

Международная научная конференция

по региональным проблемам гидрометеорологии
и мониторинга окружающей среды



**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВ–УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ
ГОСУДАРСТВ (МСГ СНГ)**



**Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)**



**Казанский (Приволжский) федеральный
университет**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**20
лет**

Межгосударственному совету
по гидрометеорологии
стран СНГ

**200
лет**

метеонаблюдений
в Казани

Россия, Казань
2–5 октября 2012 г.

ИТОГИ СОТРУДНИЧЕСТВА НГМС СТРАН СНГ В ОБЛАСТИ МОРСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ КАСПИЙСКОГО, ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ ЗА 20 ЛЕТ

Абузяров З.К.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

В докладе отражены основные результаты, полученные на различных этапах сотрудничества НГМС СНГ (Азербайджан, Казахстан, Россия, Туркменистан – Каспийский регион и Россия и Украина – Азово-Черноморский регион) в процессе реализации национальных и международных программ и проектов в области морской метеорологии и мониторинга загрязнения окружающей среды в Каспийском и Азово-Черноморском регионах.

Как известно, проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды в бассейнах Каспийского, Азовского и Черного морей в последние годы значительно обострились по двум основным причинам: 1) быстрый подъем уровня Каспийского моря (УКМ), что потребовало коренной реконструкции и развития гидрометеорологической сети и системы комплексного мониторинга в регионе, проведения значительных научно-исследовательских работ по изучению и прогнозу этого природного феномена; 2) возникновение новых независимых государств в Каспийско-Черноморском регионе, что потребовало решения ряда дополнительных и сложных задач международно-правового, научно-технического, организационного и финансового характера, и создание надежной основы научно-методической и технологической основы для эффективного гидрометеорологического обеспечения природохозяйственной деятельности в регионе.

Особенно остро на Каспии стоит проблема резких многолетних колебаний УКМ, так как надежный долгосрочный прогноз колебаний УКМ является той необходимой отправной точкой, с которой начинается любая деятельность в регионе. Разработка такого прогноза – сложная научная работа, требующая анализа большого количества данных гидрометеорологических наблюдений и другой информационной продукции.

В этих условиях стало очевидным, что только организация активного международного сотрудничества стран Каспийско-Черноморского региона по восстановлению и развитию гидрометеорологической наблюдательной сети, по созданию комплексной взаимосвязанной системы гидрометеорологического мониторинга, по осуществлению совместных исследований гидрометеорологического режима бассейнов Каспийского, Азовского и Черного морей позволит создать надежную основу для эффективного гидрометеорологического обеспечения природохозяйственной деятельности в регионе.

Для координации всех работ, связанных с гидрометеорологией и мониторингом загрязнения, страны участники СНГ Каспийского региона, заинтересованные в решении насущных проблем Каспия, при поддержке ВМО и других международных организаций создали Координационный комитет по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в регионе Каспийского моря (КАСПКОМ), под руководством которого была разработана Комплексная программа по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в регионе Каспийского моря (КАСПАС), главной целью которой было создание региональной системы мониторинга и обмена информацией о состоянии природной среды, а также создание основы для комплексных исследований проблемы изменений УКМ.

В октябре 2010 г. в г. Астрахани состоялась международная научная конференция «Изменение

климата и водного баланса Каспийского региона», на которой были подведены итоги научных исследований.

НГМС России и Украины по аналогии с КАСПАС разработали Комплексную программу по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды в Азово-Черноморском регионе. Реализация этой программы осуществлялась во взаимодействии с другими международными программами, в частности на Каспии – с Каспийской экологической программой (КЭП), на Черном море – с программами BLACKMARS, ARENA, которые являются сегментами черноморской программы BLACKSEA GOOS.

Конечной целью реализации этих программ является создание и развитие оперативной системы гидрометеорологического обслуживания морской деятельности на основе использования согласованного состава ресурсов и стандартных средств форматирования и описания разнообразных данных, позволяющих представить их в единой языковой среде, и использования стандартных программных средств ввода и занесения данных на технические носители. Важно отметить, что современная оперативная гидрометеорология быстро развивается и задача названных программ – предвидеть тенденции этого развития и получить от нее наибольшую практическую выгоду в социально-экономическом и экологическом аспекте. Приоритетная деятельность РГ-16 была направлена на содействие достижения этих целей.

Реализация программ по Каспийскому, Азовскому и Черному морям потребовала разработки комплекса организационных структур, информационных ресурсов, технологий доступа и обмена данными о состоянии природной среды в Каспийско-Черноморском регионе, функционирующих на межгосударственной основе и направленных на поддержку изучения гидрометеорологического режима южных морей, мониторинга их состояния и использования их ресурсов. Тесное сотрудничество стран СНГ в рамках этих программ и накопленный опыт в этой области явились гарантией создания жизнеспособной региональной системы обеспечения безопасности и эффективности судоходства и других видов деятельности на этих морях. Опыт сотрудничества стран СНГ на южных морях за последние годы показал, что укрепилась наблюдательная сеть на Каспийском и Черном морях, улучшился обмен данными наблюдений и информационной продукцией, улучшилась координация научных исследований, что в конечном счете положительно отразилось на эффективности морского гидрометеорологического обслуживания судоходства и других видов морской деятельности.

Следует отметить, что специальных средств на реализацию программы не выделялось, поэтому задачи решались, в основном, в рамках средств, выделяемых НГМС на развитие наблюдательной сети и научно-исследовательские работы.

Объективная оценка развития сотрудничества НГМС на отдельных этапах развития давалась на соответствующих сессиях МСГ, на которых определялись перспективные направления деятельности РГ-16 по морскому метеорологическому обслуживанию, проблемам развития наблюдательной сети и обмена данными и проблемным задачам, связанным с многолетними колебаниями уровня Каспийского моря. Выводы и рекомендации РГ-16 для НГМС Каспийско-Черноморского региона рассматривались на сессиях МСГ, и по ним принимались соответствующие решения.

В докладе обобщены материалы большого коллектива специалистов, занимающихся изучением гидрометеорологического режима южных морей и оперативным обслуживанием морской деятельности. В нем приводятся новые аналитические оценки и выводы относительно гидрометеорологических процессов, произошедших на этих морях на протяжении последних 20 лет, и результатов их моделирования и прогнозов.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАБОТ ПО АКТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СНГ

Абшаев М.Т.
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт», Российская Федерация

Рассматриваются состояние и перспективы развития в СНГ работ по активному воздействию (АВ) на гидрометеорологические процессы, включая современные научно-технические достижения в области противорадовой защиты, искусственного увеличения осадков, рассеяния низкой облачности и туманов, улучшения погодных условий над мегаполисами, защиту от снежных лавин и заморозков.

В докладе представлены основные достижения в области противорадовой защиты (ПГЗ), включая создание автоматизированной ракетной технологии с усовершенствованными схемами засева и оценки эффективности ПГЗ, автоматизированную систему управления противорадовыми операциями «АСУ-МРЛ», малогабаритные более эффективные противорадовые изделия (ПГИ) нового поколения «Алазань-9», «Ас» и «Алан-3», автоматизированные ракетные установки «Элия-2» и систему дистанционного беспроводного управления сетью удаленных таких установок. Рассматриваются также основные результаты производственных работ, выполняемых в России, Украине, Молдове, Армении, Узбекистане, Таджикистане и Аргентине, их себестоимость и окупаемость.

Производственные работы по искусственному увеличению осадков, осуществлявшиеся до 1990 г. авиационными и ракетно-артиллерийскими методами в последние годы в странах СНГ в основном свернуты. Выполняются лишь эпизодические проекты в Якутии, а также работы по контрактам с Сирией, Ираном, Кубой и Португалией. Вместе с тем идет наращивание потенциала и в этой области: усовершенствованы методы засева и оценки эффективности, созданы бортовая измерительная система и система управления самолетами, более эффективные реагенты, новые пиропатроны, бортовые и наземные генераторы, устройства для сброса гранул твердой углекислоты и диспергирования жидкого азота, освоено применение новых самолетов М-101Т «Гжель» и Су-30. Завершается создание многоцелевого самолета-лаборатории, оснащенного современным бортовым измерительным комплексом для исследований облаков и средствами засева облаков.

Опытные работы по рассеянию переохлажденных туманов в аэропортах Шереметьево, Мин-Воды, Моздок, Алма-Ата, Кишинев с помощью пиротехнических, азотных и пропановых генераторов льдообразующих частиц показали, что в подавляющем большинстве случаев удается увеличить метеорологическую дальность видимости и обеспечить взлет посадку самолетов, предотвратить задержки авиарейсов. Однако в настоящее время эти проекты не осуществляются, хотя достигнут определенный прогресс в части создания новых генераторов, оптимизации их расстановки и дозировки реагента на основе теоретического моделирования, а также рассеяния теплых туманов.

Накоплен опыт проведения работ по улучшению погодных условий над мегаполисами (Москва, Ташкент, Санкт-Петербург) с применением от 6 до 10 самолетов, оснащенных бортовыми измерительными комплексами, средствами управления самолетами и средствами засева облаков кристаллизующими, гигроскопическими и хладореагентами.

Противолавинные работы продолжают в Российской Федерации, Грузии, Узбекистане и Казахстане. Основным методом является предупредительный спуск снежных лавин с помощью артиллерийский пушек КС-19, Б-3 и фугасных снарядов. В ВГИ ведется разработка противолавинных средств нового поколения: мобильные комплексы в составе гранатомета и гранат радиусом действия 0,4 и 1,0 км, вертолетный ракетный комплекс «ПЛПК-2,5» и др. Защиту Олимпийских горнолыжных комплексов в районе Сочи предусматривается проводить с помощью французских систем «Gaz.Ex», «Wysse Pole», «Daisy Bell» и «Avalancher» под научно-методическим руководством ВГИ.

Несмотря на успешность развития технологий и опытных работ по защите от заморозков (в Краснодарском крае, Молдове, Армении и Грузии) в настоящее время они не востребованы, хотя и здесь в последние годы достигнут ощутимый прогресс в совершенствовании методов и технических средств.

Общими проблемами работ в области АВ, требующими решения, являются:

– отсутствие государственного финансирования и кооперации стран СНГ в области создания новых методов и средств АВ затягивает сроки их разработки и внедрения;

– научное оборудование НИИ и техническое оснащение служб АВ в СНГ не обновлялось в течение многих лет, практически прекращено проведение полевых экспериментов по испытанию новых методов АВ, что ведет к утере странами СНГ передовых позиций в мире;

– необходимо заменить десятки радиолокаторов «МРЛ-5» и сотни ракетных установок «ТКБ-040», выработавших свои ресурсы, на новый российский доплеровский радиолокатор «ДМРЛ-С» и автоматизированную ракетную установку «Элия-2»;

– высокая стоимость применяемых ПГИ «Алазань-6» требует замены на малогабаритные ПГИ нового поколения «Алазань-9», «Ас» и «Алан-3»;

– требуется замена автоматизированных систем управления АВ на «АСУ-МРЛ»;

– необходимо дальнейшее совершенствование технологии ПГЗ на основе разрабатываемой ГГО, ЦАО и ВГИ трехмерной нестационарной модели градового облака;

– требуется обновление ведущих специалистов, имеющих пенсионный возраст.

Рекомендации.

Для решения накопившихся проблем предлагается:

– обновить «Соглашение стран СНГ о сотрудничестве в области АВ на гидрометеорологические процессы», предусмотрев в нем разработку согласованной программы развития методов и средств АВ, с долевым финансированием заинтересованных стран, отмену таможенных пошлин на средства АВ с учетом формирования единого экономического пространства и таможенного союза СНГ.

– создать хорошо оснащенный единый научно-исследовательский полигон СНГ для испытания методов и технических средств АВ.

– активизировать деятельность рабочей группы РГ-11 МСГ стран СНГ, обмен опытом работы через стажировки, курсовые мероприятия, разработки общих РД и т.д.

КОСМИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА И ОПЫТ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В НГМС СНГ

Асмус В.В.**, **Блинов В.Г.***, **Загребав В.А.****, **Кровотынцев В.А.****, **Милехин О.Е.****,
Соловьев В.И.**, **Успенский А.Б.****, **Фролов А.В.***

*Росгидромет

**ФГБУ «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»

Сотрудничество НГМС СНГ в области космической метеорологии с самого начала деятельности МСГ базировалось на разработанных ещё в советское время космических системах метеорологического, природно-ресурсного и океанографического назначения. Созданные региональные наземные центры приема и обработки спутниковой информации в гг. Москве, Хабаровске, Новосибирске и Ташкенте, а также АППИ в ряде регионов бывшего СССР в значительной мере обеспечили выпуск необходимой спутниковой продукции для решения широкого круга задач в области метеорологии, агрометеорологии, гидрологии и океанографии.

В процессе дальнейшего развития у многих НГМС, включая Россию значительно возросли возможности по приему и использованию информации с зарубежных ИСЗ,

В настоящее время космическая подсистема наблюдений Росгидромета основана на использовании данных российских и зарубежных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли. В настоящее время Росгидрометом осуществляется прием и оперативная обработка с 15-ти зарубежных (METEOSAT-7, METEOSAT-9, GOES-W, GOES-E, MTSAT, NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18, NOAA-19, SUOMI NPP, TERRA, AQUA, METOP-A, FY-1) и двух отечественных («МЕТЕОР-М» №1, «ЭЛЕКТРО-Л» №1) КА. 22 июня 2012 г. одновременно были запущены российский «Канопус-В» и белорусский БКА космические аппараты, В настоящее время спутники проходят летные испытания.

Воссоздание отечественной системы спутников наблюдения Земли является одной из приоритетных задач Федеральной космической программы России до 2015 г. В соответствии с этой программой запланировано создание группировки метеорологических спутников в составе 3-х геостационарных КА серии «Электро» и 4-х полярно-орбитальных КА серии «Метеор» (включая специализированный спутник океанографического назначения). Кроме того, предполагается создать группировки из 2-х полярно-орбитальных спутников для контроля чрезвычайных ситуаций серии «Канопус – В» и 2-х природно-ресурсных спутников серии «Ресурс – П». В дополнение к ФКП – 2015 осуществляется также разработка космической системы «Арктика», предназначенной для мониторинга северного полярного региона. Основу этой системы будут составлять два КА на высокоэллиптических орбитах типа «Молния» с наклоном $\sim 63^\circ$ и периодом обращения вокруг Земли 12 часов, которые позволят обеспечить полное покрытие арктического региона съемкой в оптическом и инфракрасном диапазонах с периодичностью 30 мин, а совместно с КА серии «Электро» и другими геостационарными спутниками – покрытие всего Северного полушария.

В ведении Росгидромета находится наиболее развитый в России наземный комплекс приема, обработки и распространения спутниковой информации (НКПОР), включающий три региональных центра, входящих в состав ФГБУ «НИЦ «Планета»: Европейский (гг. Обнинск – Москва – Долгопрудный), Сибирский (г. Новосибирск) и Дальневосточный (г. Хабаровск). НКПОР обеспечивает замкнутый непрерывный (24ч365сут) технологический цикл планирования, приема, регистрации, обработки, каталогизации, хранения и обеспечения потребителей спутниковыми данными. НКПОР по объему принимаемых данных (более 280 Гбайт/сутки), спектру решаемых задач и номенклатуре выпускаемой продукции (более 150 наименований в сутки), размеру архива данных (имеет статус

Госфонда РФ), количеству потребителей (более 460 потребителей федерального и регионального уровней, включая Росгидромет, Минобороны России, МЧС России, РАН и др.) является самым крупным в России и одним из крупнейших в мире, а по охвату оперативным космическим мониторингом поверхности Земли (более 1/5 поверхности суши) – самым крупным в мире. По совокупности качеств, соответствующих мировому уровню, система используется как базовая государственная система для информационного обеспечения федеральных органов власти.

К постоянным пользователям данных космической подсистемы Росгидромета относятся также национальные гидрометеорологические службы (НГМС) стран СНГ, при этом сотрудничество с этими службами развивается по двум направлениям:

- оперативный обмен спутниковыми данными и результатами их обработки;
- внедрение современных технологий обработки спутниковых данных.

Данная работа осуществляется в рамках соглашения Росгидромета и EUMETSAT, двустороннего сотрудничества Росгидромета и НГМС, а также в рамках обязательств Росгидромета по поставке информации в Глобальную систему телесвязи (ГСТ).

В частности, по первому направлению сотрудничества Росгидромета и НГМС СНГ ФГБУ «НИЦ «Планета» на регулярной основе в оперативном режиме обеспечивает НГМС Республики Молдова цифровыми изображениями восточной Европы в ИК-диапазоне ИСЗ METEOSAT-9 с периодичностью 21 раз в сутки, а НГМС Армении и Молдовы композитными цветосинтезированными изображениями ИСЗ NOAA территории Европы с периодичностью 2 раза в сутки. Кроме того, НГМС Азербайджана, Армении, Белоруссии и Грузии регулярно обеспечиваются картами нефанализа и прогноза эволюции облачных образований с периодичностью 2 раза в сутки. При этом в Республике Беларусь карты нефанализа передаются напрямую на авиационные метеорологические станции гражданские (АМСГ) Могилев, Витебск, Гродно и Минск-2.

Примером работ по второму направлению сотрудничества Росгидромета и НГМС СНГ является передача, в соответствии с решением совместной Коллегии Комитета Союзного государства России и Белоруссии по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения природной среды (от 14.04.2011 г.), ФГБУ «НИЦ «Планета» Республиканскому гидрометцентру республики Беларусь (ГУ РГМЦ) программного комплекса тематической обработки спутниковой информации (включая технологии построения карт нефанализа и границ снежного покрова), принимаемой на АППИ г. Минск и методической документации в сентябре 2011 г. Была оказана методическая помощь по освоению технологий. Произведена настройка программной системы с учетом выходного сигнала спутниковых приемных средств на АППИ г. Минск, а также сгенерированы и адаптированы к зоне радиовидимости приемного пункта г. Минск картографические основы для построения карт нефанализа и границ снежного покрова. В настоящее время в ГУ РГМЦ производится освоение технологий построения карт нефанализа и границ снежного покрова и осуществляется выпуск данной продукции в экспериментальном режиме.

Учитывая, что эффективное использование спутниковых данных возможно только при условии грамотного их применения в практической работе НГМС, в ходе сотрудничества большое внимание уделяется обучению специалистов гидрометеорологических служб методикам обработки и интерпретации данных. При методической поддержке со стороны специалистов ФГБУ «НИЦ «Планета» были проведены обучающие семинары и в НГМС направлялась соответствующая литература.

В докладе приводятся примеры спутниковой информационной продукции, в том числе поставляемой в НГМС стран СНГ, подготавливаемой на основе разработанных и действующих в ФГБУ «НИЦ «Планета» оперативных технологий обработки космических данных.

О РАЗВИТИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ

Вильфанд Р.М., Киктёв Д.Б.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Развитие технологий метеорологических прогнозов в Росгидромете ведется по разным направлениям. Определенные успехи в последние годы были достигнуты и в численных краткосрочных прогнозах погоды, и в глобальных среднесрочных прогнозах, и в технологиях долгосрочных прогнозов погоды. Все эти разработки могут представлять интерес для стран СНГ.

Недавнее техническое перевооружение ММЦ-Москва и установка в ГВЦ Росгидромета суперкомпьютерного вычислительного комплекса дало возможность активного использования мезомасштабного моделирования для задач регионального краткосрочного прогноза погоды. Сегодня в Гидрометцентре России используются две мезомасштабные модели – COSMO и WRF. Росгидромет является полноправным членом консорциума COSMO с 2009 г. Сегодня в Гидрометцентре России регулярно рассчитываются прогнозы по модели COSMO на 78 часов с пространственной детализацией 7 км и расчетной областью, покрывающей территории Белоруссии, Украины, Молдовы, Армении, Азербайджана, Грузии и частично Казахстана, Туркменистана и Узбекистана. В обозримом будущем предполагается существенное расширение расчетной области модели COSMO на восток, что позволит рассчитывать мезомасштабные численные прогнозы с разрешением порядка 8 км по территории всех стран СНГ.

За последние годы был внесен целый ряд изменений в глобальную модель Гидрометцентра России, используемую для задач среднесрочного прогноза погоды (<http://meteoinfo.ru/forecasts>), что позволило повысить успешность этих прогнозов. Базовой моделью для расчетов на срок до 10 суток сегодня является конечно-разностная модель ПЛАВ, развиваемая совместно Гидрометцентром России и Институтом вычислительной математики РАН.

Работа по развитию технологии глобальных сезонных метеорологических прогнозов ведется в рамках деятельности Североевразийского климатического центра (СЕАКЦ, <http://seakc.meteoinfo.ru>). Практическая деятельность СЕАКЦ началась в 2009 году. В основу ежемесячных прогностических обзоров СЕАКЦ по территории северной Евразии положены совместные ансамблевые численные сезонные прогнозы на основе моделей общей циркуляции атмосферы Гидрометцентра России и Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. Помимо в сезонных обзорах анализируются прогнозы ведущих зарубежных прогностических центров, выпускающих сезонные прогнозы. В 2011-2012 годах были проведены региональные климатические форумы для стран СНГ. Ведется развитие совместной модели атмосферы и океана на основе модели ПЛАВ. Уже сегодня совместная версия модели по ряду показателей демонстрирует лучшие результаты, чем чисто атмосферная версия модели.

В докладе будут представлена более полная информация об этих прогностических технологиях.

СОТРУДНИЧЕСТВО НАЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ СНГ В ОБЛАСТИ ГИДРОЛОГИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Георгиевский В.Ю., Сафаров М.Т.
ГГИ Росгидромета, Российская Федерация
Таджикгидромет, Республика Таджикистан

Сотрудничество между Национальными Гидрометеорологическими Службами СНГ (НГМС СНГ) в области гидрологии осуществляется в рамках Рабочей группы - 18 Межгосударственного совета по гидрометеорологии СНГ (МСГ СНГ), действующего с 1992 года в соответствии с Соглашением о взаимодействии в области гидрометеорологии.

Для стран СНГ угрозой устойчивого социально-экономического развития в той или иной мере являются региональные дефициты пресной воды, ухудшение качества воды водных объектов, стихийные бедствия – наводнения и засухи, климатические изменения и связанное с ними увеличение вероятных экстремальных гидрологических явлений. Серьезные проблемы по гидрологическому обеспечению потребностей населения и экономики возникли в результате резкого сокращения гидрологических сетей и снижения качества наблюдений, происшедших в течение последних 15 лет XX-го столетия.

Учитывая стоящие перед государствами актуальные водные проблемы, сотрудничество НГМС СНГ в области гидрологии за последние 20 лет развивается по следующим основным направлениям:

- восстановление, развитие и модернизация гидрологической сети, которая включает два взаимосвязанных компонента: гидрологические наблюдения и сбор, обработку данных наблюдений и подготовку информационной продукции;
- оценка трансграничного переноса воды, наносов и загрязняющих веществ;
- оценка водных ресурсов, их использование и управление, особенно в международных бассейнах;
- разработка методов гидрологических расчетов и прогнозов;
- исследование и прогнозирование экстремальных гидрологических явлений и обусловленных ими бедствий;
- изучение влияния изменений климата на гидрологический цикл, разработка рекомендаций по адаптации к происходящим и ожидаемым изменениям водного режима рек.

В докладе будут рассмотрены основные результаты по этим направлениям, достигнутые в рамках сотрудничества НГМС СНГ, и приоритеты дальнейшего развития гидрологической науки и практики в целях решения стоящих перед государствами СНГ водных проблем.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В XXI ВЕКЕ

Катцов В.М.

Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова, Росгидромет, Российская Федерация

Рассматриваются новые оценки ожидаемых в 21-м веке изменений климата на территории Северной Евразии, полученные на основе анализа результатов расчетов с использованием новых климатических моделей и сценариев, которые будут положены в основу 5-го оценочного доклада МГЭИК (2013-2014 гг.). Обсуждаются неопределенности этих оценок, в том числе в сравнении с оценками, представленными в Первом оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории России (2008 г.). Особое внимание уделяется вопросам использования результатов модельных расчетов в оценках последствий изменения климата в регионах Северной Евразии и секторах экономики. Проблема изменения климата и климатических воздействий помещается в контекст формирования Глобальной рамочной основы климатического обслуживания с учетом специфики северо-евразийского региона.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА НГМС СНГ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

Клещенко А.Д.

ФГБУ «ВНИИСХМ», Российская Федерация

Обсуждаются основные результаты в области сельскохозяйственной метеорологии, полученные национальными гидрометслужбами стран СНГ в рамках совместных исследований в интересах совершенствования гидрометеорологического обеспечения населения, органов государственной власти, отраслей экономики применительно к решению региональных задач. Основные направления развития сотрудничества НГМС СНГ в области сельскохозяйственной метеорологии (РГ-15) в последние годы сводятся к осуществлению мониторинга возникновения и развития засух и к разработке современной технологии агрометеорологического обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции.

На базе ВНИИСХМ продолжает функционировать Центр мониторинга засухи (ЦМЗ), который был организован по приказу Росгидромета № 9 от 21.01.2002 г. на основании Решений МСГ СНГ № 3.5/11 (Минск, декабрь 1999 г.) и 3.4/13 (Обнинск, октябрь 2001 г.) с территорией ответственности: Азербайджанская Республика, Республика Армения, Республика Беларусь, Грузия, Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация, Республика Таджикистан, Республика Узбекистан. В Центре мониторинга засух осуществляется регулярный мониторинг возникновения и развития засух за период май-сентябрь. Мониторинг проводится по станциям, с выдачей средних, максимальных и минимальных значений интенсивности засух по субъектам РФ и частично СНГ (Казахстан, Узбекистан). ЦМЗ МСГ выпускает Декадный бюллетень, в котором представлены результаты мониторинга засух. Эти результаты размещаются на сайтах ФГБУ «ВНИИСХМ» и Северо-Евразийского климатического центра (СЕАКЦ). В НГМС СНГ направлен проект методики создания и формирования фонда агроклиматических характеристик засушливых явлений. По запросу НГМС СНГ возможно проведение адаптации автоматизированной оперативной системы мониторинга засух (АОСМЗ), используемой в ЦМЗ МСГ СНГ, применительно к своей территории.

Подготовлены «Методические указания по составлению новой редакции научно-прикладных справочников (НПС) по агроклиматическим ресурсам в трех частях»: 1. «Агроклиматические ресурсы»; 2 «Агроклиматическая характеристика условий произрастания сельскохозяйственных культур и пастбищной растительности»; 3. «Опасные агрометеорологические явления». В методике учтены практически все рекомендации и пожелания специалистов РФ и стран СНГ.

В соответствии с Планом мероприятий по реализации решений 21-й сессии МСГ СНГ в рамках темы 1.8.1(7) в Росгидромете (ВНИИСХМ) проведены исследования, в результате которых подготовлен «Проект методики агрометеорологического сопровождения страхования в с/х производстве для различных агроклиматических регионов РФ». Методика может быть адаптирована применительно к территории стран СНГ.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) обеспокоена нашествием саранчи на страны Центральной Азии и Кавказ. В зоне риска, связанного с саранчой, оказались Афганистан, Армения, Азербайджан, Грузия, Казахстан, Кыргызстан, Россия, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан. В дальнейшем необходимо объединить усилия стран СНГ для решения важной международной проблемы – борьбы с саранчой.

МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ СТРАН СНГ В 1992–2012 гг.

Косовец А.А., Шершаков В.М.*, Вакуловский С.М.*
Центральная геофизическая обсерватория МЧС Украины,
*ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

Радиационный мониторинг в странах СНГ осуществляется подразделениями национальных гидрометслужб. Программы наблюдений, средства и методы наблюдений в странах СНГ практически совпадают и включают непрерывный контроль за содержанием радиоактивных веществ в атмосфере с помощью воздухо-фильтрующих установок, горизонтальных радиоактивных веществ на подстилающую поверхность с помощью горизонтальных марлевых планшетов, регулярный отбор проб воды из рек озер и морей, измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения от подстилающей поверхности на высоте 1м (МЭД), обследования степени загрязнения почв в населенных пунктах, расположенных на территориях, пострадавших от указанных радиационных аварий.

В докладе анализируется радиоактивное загрязнение составляющих природной окружающей среды на территориях Украины, России и Белоруссии, после аварии на Чернобыльской АЭС в апреле 1986 года. Полученные в результате мониторинга результаты сравниваются с доаварийным загрязнением, обусловленным глобальным загрязнением из-за взрывов атомных зарядов, проводимых ядерными странами до ноября 1980 года.

Показано, что уровни радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы и поверхностных вод, включая каскад днепровских водохранилищ практически достигли доаварийных уровней. Можно ожидать дальнейшего уменьшения концентрации техногенных радионуклидов, обусловленного их природным распадом и перераспределением в объектах окружающей среды.

ИСТОРИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ В г. КАЗАНИ

Переведенцев Ю.П.
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Вся многолетняя история метеорологических наблюдений и исследований в Казани неразрывно связана с Казанским университетом, основанном в 1804 г. На него были возложены обязанности организовать метеорологические исследования на всей территории обширного казанского учебного округа (КУО), включающего в себя 15 губерний Поволжья, Урала, Сибири и Кавказа. Однако предысторией к началу метеорологических наблюдений в Казанском университете явились наблюдения, которые еще в 1733 – 1744 гг. проводились учителями городской гимназии В. Григорьевым и С. Куницыным. Эти наблюдения были инициированы академиками – участниками Второй Камчатской экспедиции (руководимой В.Берингом) при их следовании из Санкт-Петербурга через Казань. Они же снабдили наблюдателей измерительными приборами и инструкцией.

В последующие годы несистемные наблюдения в Казани велись в основном частными лицами и при Казанской гимназии, и лишь с февраля 1805 г. они стали проводиться студентами университета при кабинете физики под руководством адъюнкта физики И.И. Запольского. С января 1812 г. метеорологические наблюдения стали носить регулярный характер, что дает основание считать это событие началом функционирования метеорологической обсерватории (МО). В 1815 г. профессором физики Ф.К. Броннером была опубликована первая научная статья «Следствия из метеорологических наблюдений в Казани 1814 года», положившая начало метеорологическим исследованиям. С приездом в 1824 г. в Казань профессора физики и химии А.Я. Купфера метеорологические наблюдения были дополнены магнитными. В последующие десятилетия происходило накопление метеорологических данных, а сама МО осуществляла методическое руководство сетью наблюдений на территории КУО. Видную роль в формировании Казанской метеорологической школы сыграли профессоры Н.И. Лобачевский, И.М. Симонов, Э.А. Кнорр, А.С. Савельев, И.А. Больцани, И.Н. Смирнов, Д.А. Гольдгаммер и др.

Накопленные и обработанные материалы наблюдений на метеорологических станциях КУО в последующем были широко использованы в классических трудах академика К.С. Веселовского – «О климате России (1857)», академика Г.И. Вильда – «О температуре воздуха в Российской Империи» (1881) и выдающегося климатолога А.И. Воейкова – «Климаты земного шара, в особенности России» (1884) и др. В период руководства МО Д.А. Гольдгаммером (1894 – 1897 гг.) много внимания уделялось дальнейшему развитию наблюдательской сети: только в Казанской губернии было открыто 23 метеорологических станции. В это же время было положено начало изданию «Трудов метеорологической сети Востока России», «Ежемесячного бюллетеня Востока России» и активному обмену этими изданиями с зарубежными метеорологическими центрами. С 1897 г. МО возглавил талантливый физик-экспериментатор и магнитолог В.А. Ульянин, под руководством которого был выполнен ряд работ по описанию климатических и метеорологических особенностей края. Тем самым был завершён первый этап метеорологических наблюдений и исследований в Казани, которыми занимались в основном специалисты в области физики, астрономии и математики.

Второй этап в развитии метеорологии связан с открытием в 1923 г. в Казанском университете по инициативе проф. В.А. Ульянина кафедры геофизики для подготовки метеорологов,

гидрологов и геомагнитологов. Выпускники кафедры составили основу образованной в 1930 г. Гидрометеорологической службы Татарской республики. В 1930-ые годы кафедра геофизики стала вести подготовку лишь по специальности метеорология, а в 1948 г. она была переведена на географический факультет и получила название «кафедра метеорологии и климатологии». В разные годы на кафедре и в МО плодотворно трудились профессора П.Т. Смоляков, О.А. Дроздов, Н.В. Колобов и др. В 1962 г. на научной конференции «150 лет Метеорологической обсерватории Казанского университета» были подведены итоги ее работы по изучению метеорологического и климатического режима Востока Европейской части СССР, атмосферной циркуляции и влияния строящихся на Волге водохранилищ на микроклиматические изменения прибрежных районов.

Современный – третий этап деятельности Казанской метеорологической школы охватывает последние десятилетия, когда возможности для исследований значительно возросли из-за достижений в области информационных и вычислительных технологий, что позволяет анализировать крупномасштабные и даже глобальные процессы. Вместе с тем для кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы и МО одним из приоритетов остаются региональные исследования – климатические условия и ресурсы Приволжского федерального округа, Республики Татарстан и г. Казани. Эти исследования выполнялись в рамках международных и всероссийских научных программ, грантов РФФИ и Минобрнауки. Результаты деятельности опубликованы в многочисленных статьях и монографиях, доложены на престижных научных конференциях. Работа велась в тесном содружестве с учреждениями Росгидромета, институтами РАН и университетами страны. Свое будущее мы увязываем с укреплением измерительной базы обсерватории, использованием модельных методов в исследовании атмосферных процессов, климата и состояния окружающей среды, а также переходом на многоуровневую основу подготовки специалистов по направлению «Гидрометеорология».

О ДОСТИГНУТЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ В ОБЛАСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА ПРОСТРАНСТВЕ СНГ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ

Петрова М.В.
ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», Российская Федерация

Гидрометеорологическая служба, обеспечивающая безопасность, регулярность и экономическую эффективность полетов гражданской авиации, как наиболее зависимую от погоды отрасль экономики каждой из стран СНГ, ощутила на себе все проблемы, связанные с распадом Советского Союза. Практически заново нужно было создавать нормативно-правовую базу метеорологического обеспечения гражданской авиации, организовывать разработку и выпуск метеорологических приборов и оборудования, отлаживать порядок взаимодействия авиационных метеослужб с авиационными пользователями.

В 1992 году был создан Межгосударственный совет по гидрометеорологии Содружества Независимых Государств (МСГ СНГ) и его рабочие группы, включая рабочую группу 3 «Метеорологическое обеспечение гражданской авиации» (РГ-3 МСГ).

На заседаниях РГ-3 осуществлялся обмен опытом работы в области:

- совершенствования методов и технологий выпуска авиационных прогнозов по аэродромам и воздушным трассам;
- организации технического переоснащения авиаметеоподразделений современным метеоборудованием, внедрения новых информационных технологий в сфере авиаметеорологического обеспечения;
- возмещения расходов на АМО, улучшения взаимодействия с авиационными пользователями;
- разработки и усовершенствования методов предоставления метеорологической информации в АС УВД;
- расширения сферы применения и использования метеопродукции Всемирной системы зональных прогнозов, разработка и выпуск авиационных карт погоды средних и низких уровней полетов на пространстве стран СНГ;
- внедрение новых методов и технологий в систему профессиональной переподготовки кадров, разработка новых учебных программ по повышению уровня авиаметеорологического персонала в области авиационной метеорологии;
- внедрению принципов системы управления качеством, разработанных ВМО, в практику авиаметеобеспечения НМГС СНГ;
- повышение уровня методической работы с авиаметеорологическими подразделениями НМГС СНГ.

По вопросам составления и распространения всех видов информации SIGMET за последние годы достигнут значительный прогресс. Распространение этой информации в настоящее время осуществляется в соответствии со стандартами и рекомендуемой практикой ИКАО и ВМО.

Учитывая важность проблемы по сокращению расходов на метеообеспечение полетов и наблюдениям за погодой на аэродромах гражданской авиации, в 2006 году в рамках РГ-3 в Москве были проведены два семинара по данной тематике.

Упомянутые семинары были организованы с участием представителей гражданской авиации СНГ, приглашенных на семинар через бюро ИКАО по Европе и Северной Атлантике.

В рамках подготовки к внедрению системы менеджмента качества в практику метеорологического обеспечения гражданской авиации в Росгидромете было проведено три семинара для стран-членов РА-II и РА-VI по вопросу «Осуществление системы управления качеством (СИУК)»: 2-4 декабря 2009 г.; 14-16 марта 2011 г. и 19-20 марта 2012 г.

На последнем семинаре в марте 2012 года присутствовало 48 специалистов в том числе 11 представителей от государств: Республики Армения (2), Белоруссии (1), Казахстана (2), Литвы (1), Молдовы (2), Узбекистана (1), Украины (2). Участники семинара обменивались опытом работы по вопросу внедрения системы управления качеством в практику метеорологического обеспечения гражданской авиации НМГС СНГ.

В настоящее время ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» проводит активные работы по внедрению системы оценки компетентности авиационного метеорологического персонала. В период 18-22 июня 2012 г. в РГГМУ, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация был проведен семинар по оценке компетентности авиационного метеорологического персонала для стран РА-II и РА-VI и стран СНГ. Эти и другие мероприятия, проведенные в рамках РГ-3 за последние 20 лет сыграли положительную роль в улучшении метеорологического обслуживания гражданской авиации на пространстве СНГ.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СЕТЬ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Скуратович И.М., Трухин В.М.*
ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр», Республика Беларусь
***Росгидромет, Российская Федерация**

Главной задачей созданного в 1992 году Межгосударственного Совета по гидрометеорологии СНГ было не допустить распада сложившейся системы обмена гидрометеорологической информацией. Необходимо было разработать принципы и правила производства наблюдений, добровольного обмена информацией, согласовать списки станций, участвующих в обмене передаваемой информации. Для обеспечения согласованной работы наблюдательной сети были определены головные институты, обеспечивающие единые методики всех видов наблюдений.

Для обеспечения единых требований к приборам разработаны критерии по точности измерений, алгоритмам обработки данных, которые соответствовали нормам ВМО, а также перечень методик и оборудования для проведения государственной поверки средств измерения гидрометеорологических параметров.

Совместная работа национальных гидрометеорологических служб, стран СНГ, позволила сохранить и укрепить наблюдательную сеть, в первую очередь реперных станций и станций входящих в программу международного обмена и разработке научных принципов построения и функционирования наземных сетей в современных условиях при минимизации затрат на их содержание.

Начиная с 1994 года, проводится мониторинг деятельности наземной гидрометеорологической сети СНГ. В ряде стран СНГ освоено производство гидрометеорологических приборов, оборудования, программного обеспечения. МСГ СНГ постоянно обобщает информацию и на сессиях проводится анализ и выработка рекомендаций по устойчивой работе и техническому оснащению наблюдательной сети.

В 2006-2010 годах разработан и принят Главами Правительств СНГ документ «Концепция гидрометеорологической безопасности государств участников СНГ».

В соответствии с данным документом принят план совместных действий по его реализации, где большое внимание уделяется координации работы межгосударственной гидрометеорологической сети, сформированной межправительственным соглашением государств – участников СНГ в 2002 году.

В ближайшие годы национальным гидрометеорологическим службам стран СНГ, предстоит реализация «Стратегии развития гидрометеорологической деятельности государств-участников СНГ». Данный документ подписан Главами Правительств стран-участников СНГ 30 мая 2012 года и предусматривает значительное технологическое и техническое переоснащение межгосударственной гидрометеорологической сети.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ СНГ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Чичасов Г.Н., Арифжонова Л.А.*
ФГБОУ ДПО «ИПК»
***Узгидромет**

Рассматриваются вопросы повышения квалификации и переподготовки инженерно-технических сотрудников Национальных Гидрометеорологических Служб (НГМС) Стран Независимых Государств (СНГ) по линии Программы добровольного сотрудничества ВМО. Эта программа предоставляет льготные условия обучения: Институт финансирует обучение слушателей, проживание и питание за счет средств Росгидромета. Транспортные расходы несет направляющая сторона. В учебных мероприятиях участвуют практически все НГМС стран СНГ. За период существования Института 643 сотрудника из этих стран повысили свою квалификацию, а 34 сотрудника прошли стажировку в одном из НИУ Росгидромета. За период 2008 - 2012 годы по линии ПДС прошли повышение квалификации 295 человек, из них - 69 сотрудников из Беларуси, 40 из Казахстана, 30 из Азербайджана, 31 из Украины, 70 из Армении, 55 из других стран СНГ. Продолжительность курсов от одной (36 учебных ч.) до двух (72 учебных ч.) недель. Согласно лицензии, Институт имеет право на проведение учебных занятий до 500 ч., но они пока оказались не востребованы.

Специалистами ИПК разработана отраслевая концепция непрерывного профессионального образования специалистов – гидрометеорологов, в основу которой положена идея опережающего образования. Для участия в ее выполнении, при желании, может присоединиться и НГМС стран СНГ. Опережающее образование должно быть способно своевременно готовить кадры к новым условиям существования и давать такие знания и умения, которые позволили бы им не только успешно адаптироваться в новой социальной и информационной среде, но и активно воздействовать на нее в интересах гармоничного развития человеческого общества и окружающей среды. Предоставляется свободный доступ к электронным образовательным ресурсам – Виртуальной спутниковой лаборатории (<http://meteovlab.meteorf.ru>) и Виртуальной лаборатории по гидрометеорологическим приборам и оборудованию (<http://tech.meteorf.ru>). Лаборатории функционируют на базе Интернет-технологий интегрированы с существующей технологической структурой Росгидромета и размещены на технических ресурсах Главного вычислительного центра. Помимо лекционных материалов на сайтах размещены обширные справочные материалы, учебные планы и программы и другая необходимая для учебного процесса информация. Для закрепления теоретических знаний предлагается комплекс практических задач. Проверка знаний осуществляется с помощью системы тестирования, предусмотрен рубежный и заключительный контроль. Одновременное использование мультимедийных средств, компьютеров и Интернета позволяет сделать процесс обучения более интенсивным и интерактивным. Сайт по виртуальной спутниковой лаборатории имеет статус Центра передового опыта ВМО.

Для повышения действенности дополнительного профессионального образования в системе Росгидромета созданы пять региональных центров обучения (РЦО), расположенных в городах Москва, Санкт-Петербург, Ростов-на-Дону, Новосибирск, Иркутск, Владивосток. Эти центры осуществляют повышение квалификации персонала II и III классов соответствующих регионов на основе лицензии и учебных программ ИПК. Проведение переподготовки и повышения квалификации кадров через вновь организованные РЦО позволят существенно увеличить количество обучаемых, повысить регулярность проведения обучений и значительно сократить транспортные расходы.

Ключевую роль в дальнейшем совершенствовании системы повышения квалификации кадров имеет внедрение Системы дистанционного обучения (СДО). Внедрение СДО осуществляется параллельно с развитием новой системы повышения квалификации и переподготовки кадров Росгидромета на базе РЦО. Использование этой формы позволит обучить большее количество специалистов и при этом уменьшить в 3-4 раза затраты по сравнению с действующей системой повышения квалификации кадров. Однако в настоящее время малая пропускная способность каналов связи на сети Росгидромета затрудняет осуществление этой задачи в полной мере.

Наиболее трудоемким и дорогостоящим мероприятием в системе ДПО является разработка учебных материалов. Поэтому целесообразно объединить усилия НГМС стран СНГ для решения наиболее сложных, ресурсоемких задач образовательного сегмента сотрудничества. Координацию работ в этой области могла бы осуществлять рабочая группа МСГ СНГ по образованию. Использование новых образовательных программ, привлечение мировых информационных ресурсов, а также учебных инновационных технологий должно существенно повысить качество подготовки специалистов.

СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Андреев С.Н., Гуменюк А.Ю., Сахаров А.А.
Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация

Объем поступающей в метеорологическое подразделение оперативной информации, в том числе и с метеорологических спутников, постоянно возрастает, что требует привлечения автоматизированных средств обработки и анализа данных. Построение таких автоматизированных систем на основе классических подходов уже не обеспечивает требуемого уровня оперативности и качества обработки и распознавания спутниковых изображений. В связи с этим в последнее время активно разрабатываются так называемые методы «искусственного интеллекта», к числу которых относятся нейросетевые технологии, генетические алгоритмы (ГА), а так же методы, базирующиеся на представлениях теории нечеткой логики (НЛ). Кроме того, в последние годы наблюдается прогресс в развитии оптических технологий обработки информации.

С учетом вышеизложенного, одним из подходов к решению задачи распознавания спутниковых изображений может быть синтез искусственных нейронных сетей (НС) и методов цифровой голографии. При этом наличие глубоких аналогий между математическими обоснованиями искусственных НС, НЛ и Фурье-голографией открывает перспективы для реализации методов распознавания образов (РО) на базе единого нейросетевого подхода. В связи с этим, целью данной работы является разработка методики построения саморазвивающихся искусственных НС, реализующих процесс РО на основе синтеза эволюционных методов моделирования и методов цифровой голографии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, связанных с построением НС, выбором способа восприятия сетью исходных данных и внутреннего представления входного образа, а также организацией обучения этой НС.

Восприятие изображений и внутреннее представление входного образа внутри НС предлагается реализовать на основе нейросетевого синтеза цифровых голограмм. За основу голографической НС взят модифицированный формальный нейрон (МФН), использующий нелинейные синаптические функции и реализующий биполярную фазификацию входных сигналов.

Выражение для полносвязного нейросетевого ядра на основе МФН имеет вид:

$$y^L = g^L \left(\mathbf{A}^L s_i^L \left(\dots g_i^l \left(\mathbf{A}^l s_i^l \left[\sum_{i=1}^{n^d} \gamma_i^d(x_i) \right] \dots \right) \right) \right), \quad (1)$$

где $l = 1, 2, \dots, L$ – номер слоя нейронов сети; d – слой нейронов, лежащий ниже слоя l ; s_i^l – синаптическая функция i -го синапса нейрона слоя l ; n^l – общее число синапсов нейрона слоя l ; g^l – функции активации нейрона слоя l . Квадратными скобками выделен слой сенсорных нейронов.

Осуществив ряд преобразований, позволяющих перейти к представлению входного образа в комплексной форме $\mathbf{B}_i = |x_i| \exp\{\mathbf{i}\varphi_i\}$, где \mathbf{i} – мнимая единица, φ_i – фаза сигнала, получим уравнение сенсорного нейрона в виде

$$y = g \left(\mathbf{A} s_i(\mathbf{B}_i) \right) = \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i(\mathbf{B}_i) \right] = \sum_{i=1}^n \gamma_i \left(|x_i| \exp\{\mathbf{i}\varphi_i\} \right). \quad (2)$$

Не трудно заметить, что в тригонометрическом виде уравнение (2), при $\varphi_i = 0$ и линейных функциях s_i и g , представляет собой нейрон Гроссберга.

Перейдя к двумерному представлению входного образа $\mathbf{B}_{ij} = |x_{ij}| \exp\{\mathbf{i}\varphi_{ij}^{nm}\}$, где n, m – координаты точки вышележащего слоя, в которую, со сдвигом фаз φ_{ij}^{nm} , проецируется сигнал от элемента изображения нижележащего слоя с координатами i, j . Тогда уравнение сенсорного слоя нейронов в ядре нейросети будет иметь вид:

$$y^L = g^L \left(\mathbf{A}^L s_i^L \left(\dots g_i^d \left(\mathbf{A}^d s_i^d [y_{nm}^d(x_{ij})] \dots \right) \right) \right), \quad (3)$$

где $N \times M$ – размер голограммы (в данном случае совпадает с размером изображения).

Нейросетевое представление входного образа (изображения) в виде голограммы, позволяет перейти от анализа комплекса отдельных параметров двумерных изображений реальных объектов, к анализу частотных спектров (амплитудно-фазовых портретов) как всего изображения, так и отдельных его частей. Использование предложенного подхода позволяет также осуществлять сжатие, компактное внутрисетевое хранение и использование сохраненных образов в качестве эталонов при реализации методов обучения НС без учителя.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПАВОДКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КУБАНЬ

Арефьева О.Н., Борщ С.В., Мухин В.М., Полунин А.Я., Симонов Ю.А., Харькова Т.А.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Бассейн реки Кубань является одним из наиболее паводкоопасных регионов России. Паводки различного генезиса могут проходить в течение всего года, вызывая иногда катастрофические наводнения. Особенно опасны быстроразвивающиеся паводки, связанные с выпадением осадков высокой интенсивности на небольшие речные водосборы с горным типом рельефа. Время формирования таких паводков крайне мало – от получаса до нескольких часов с момента начала выпадения осадков. Именно быстроразвивающиеся паводки ввиду своей скоротечности и большой разрушительной силы приводят не только к значительным экономическим ущербам, но и к жертвам среди населения. Один из наиболее ярких и печальных примеров таких паводков в России – наводнение на р. Адагум и ее притоках, в результате которого 7 июля 2012 года был затоплен г. Крымск, имелись многочисленные человеческие жертвы, разрушения большого числа жилых домов, общественных зданий, систем коммуникации и жизнеобеспечения города. В связи с этим проблема прогнозирования паводков, особенно быстроразвивающихся, является одной из наиболее острых проблем гидрологического прогнозирования. Во многих странах мира на ее решение выделяются значительные финансовые, технологические и интеллектуальные ресурсы.

В настоящее время одним из приоритетных направлений деятельности Росгидромета и его оперативно-прогностических подразделений, зона ответственности которых включает бассейн реки Кубань, является разработка и внедрение автоматизированных систем прогнозирования опасных наводнений. Для выполнения этих задач в ФГБУ «Гидрометцентр России» разработана и в настоящее время функционирует первая версия системы прогнозирования наводнений в бассейне реки Кубань выше Краснодарского водохранилища. Методической основой системы является совместное использование возможностей современных гидрологических и метеорологических моделей, разработанных и адаптированных применительно к бассейну реки Кубань.

В прогностическую основу автоматизированной системы положены принципы гидрологического моделирования процессов формирования стока, а также физико-статистические подходы. Математическая модель, описывающая процессы формирования стока для горных водосборов, имеет полураспределенную структуру параметров – элементы водного баланса водосбора рассчитываются отдельно для каждой высотной зоны водосборов. Разность высотных отметок изогипс, ограничивающих высотную зону, принималась равной 0,2 км. В качестве входной метеорологической информации используются данные об атмосферных осадках и о среднесуточной температуре воздуха для каждой высотной зоны в каждый расчетный интервал времени. Выпуск прогнозов производится два раза в сутки с суточным шагом по времени. Важной частью использованной расчетной схемы является описание динамики снежного покрова, в результате которой рассчитывается тало-дождевое поступление для каждой высотной зоны водосбора. Если в речном бассейне имеются ледники, то расчет слоя стаявшего за сутки льда осуществляется по среднесуточной температуре воздуха с использованием коэффициента стаивания. Рассчитанные значения тало-дождевого и ледникового поступления используются для расчета (прогноза) значений расходов воды в замыкающем створе горного водосбора.

Информационное обеспечение автоматизированной системы прогнозирования паводков осуществляется с помощью оперативной базы данных ФГБУ «Гидрометцентр» России, которая непрерывно пополняется актуальной измеренной информацией с сети наземных гидрологических постов и метеорологических станций. Источником прогностических полей температуры и данных по осадкам являются пять гидродинамических метеорологических моделей: три региональные модели (Регион, COSMO-RU, WRF) и две глобальные модели Центра природного прогнозирования (США) и Метеорологического Офиса Великобритании.

Выбор входных гидрометеорологических данных из оперативной базы, запуск гидрологических моделей, а также постобработка рассчитанных прогнозов (с помощью в том числе средств геоинформационного анализа) выполняется в автоматизированном режиме 2 раза в сутки. Автоматизированная система прогнозирования паводков на реках бассейна Кубани позволяет выпускать прогнозы расходов (уровней) воды по 25 гидрологическим постам с заблаговременностью до 72 часов.

ОСОБЕННОСТИ БАРИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Аухадеев Т.Р., Наумов Э.П.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Актуальность исследования заключается в возросшем интересе к потеплению современного климата и его негативных проявлений. Анализ среднегодовых и среднемесячных данных по атмосферному давлению на метеостанциях Приволжского федерального округа за период 1966–2004 гг. позволил выявить следующие основные закономерности:

Географическое распределение среднего месячного атмосферного давления приведенного к уровню моря характеризуется его увеличением с северо-запада на юго-восток региона в холодный период года (1015-1026 гПа в январе) и уменьшением с запада на восток в теплый период (1009-1012 гПа в июле). Наибольшие его значения наблюдаются в феврале-марте, наименьшие – в июле. Годовой ход давления лучше выражен в северной его части. В суточном же ходе преобладают ночной максимум и дневной минимум. Наиболее четко он выражен на юге региона и сглаживается к северу.

Значения среднегодового атмосферного давления за рассматриваемый период имеют тенденцию к убыванию, обусловленную подобными его изменениями особенно в зимний сезон в противоположность летнему. В то же время амплитуды годовых колебаний температуры воздуха, на фоне повышения ее среднегодовых значений, наоборот, уменьшаются, что указывает на ослабление континентальности климата региона.

Коэффициенты линейной корреляции рядов среднегодового атмосферного давления и количества атмосферных осадков отрицательные и изменяются по территории в пределах от -0,37 до -0,82 (-0,64 в среднем по региону). Установлено, что изменение среднегодовых значений давления на 1 гПа сопровождается изменением среднегодового количества осадков на 4 мм. Максимум отрицательной связи наблюдается в январе (-0,82), а минимум – в июле (-0,24). В холодный период года, изменение среднего месячного значения атмосферного давления на 1 гПа находит отклик в изменении количества выпадающих осадков на 2–4 мм, в теплый период – на 7–10 мм. Корреляция рядов среднемесячного атмосферного давления и температуры воздуха характеризуется положительной связью в теплое время года (в июле $r = 0,62$) и отрицательной в холодное (в январе $r = -0,56$).

Показано, что среднемесячное атмосферное давление над территорией региона зависит от количества и интенсивности барических образований – циклонов и антициклонов.

Проанализированы также корреляционные связи индекса Северо-Атлантического колебания и градиентов барического поля над территорией ПФО.

ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЗАТОРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КАЧЕСТВО МЕТОДИК ПРОГНОЗОВ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗАТОРНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ

Бузин В.А.
Государственный гидрологический институт Росгидромета, Российская Федерация

Одной из важнейших проблем социальной и экономической стабильности любого государства является готовность его структур противостоять опасным природным явлениям, в том числе наводнениям. В России к числу наиболее опасных наводнений относятся наводнения на реках, обусловленные заторами льда. Объем работ по борьбе с заторами и их состав из года в год возрастают, при чём это происходит на фоне изменений климата, что сказывается на качестве существующих методик прогнозов заторных наводнений.

Мощные заторы льда образуются в нижнем течении реки Сухона. Они обуславливают значительные наводнения в городе Великий Устюг. Уровни воды при заторах поднимаются на 8 м над уровнем воды зимней межени в среднем 1 раз в 10 лет, на 7 м – 1 раз в 7 лет. Затопление городской территории, расположенной на высокой пойме, начинается, если заторный уровень превысит меженный на 5–6,5 м. С заторами на Сухоне у Великого Устюга начали постоянно бороться с 1953 года. Возрастающий объем работ по борьбе с заторами должен сказаться на многолетней изменчивости максимального заторного уровня воды.

Оценка статистической значимости изменений уровня режима Сухоны у Великого Устюга была выполнена по выборочным средним значениям и дисперсиям, рассчитанным по первой выборке рядов наблюдений (до начала проведения противозаторных мероприятий) и второй выборке (с ежегодными противозаторными мероприятиями). Критические значения критериев Стьюдента (St) и Фишера (F) определялись при уровне значимости $\alpha = 5\%$. Выполненные расчёты показали, что наблюдающиеся изменения уровня режима Сухоны у города Великий Устюг статистически незначимы.

Высота подъема уровня воды при заторах льда на Сухоне зависит от трёх факторов: зашугованности русла, толщины ледяного покрова и водности реки при её вскрытии. Количественными показателями первого фактора является минимальный уровень воды при ледоставе, а второго – уровень воды в первый день ледохода у г/п Порог, расположенного в 69 км выше по течению. Эти показатели являются аргументами линейной прогностической зависимости $H_3 = a_0 + a_1 H_{\text{Порог}} + a_2 t_{\text{л,мн}} + a_3 H_{\text{лс,мн}}$.

В ходе установления прогностической зависимости выявилось существенное изменение в многолетнем разрезе вкладов отдельных факторов в формирование максимальных заторных уровней воды Сухоны, а также качества зависимости. Так, до 1973 года в формировании максимального заторного уровня воды Сухоны у г. Великий Устюг преобладали условия вскрытия реки, а в последующие годы главным фактором, определяющим высоту максимального уровня, стала зашугованность русла. Если зависимость, установленная по данным наблюдений до 1973 года, характеризуется коэффициентом корреляции 0,750 и оправдываемостью прогнозов 83 % при средней заблаговременности 2 суток, то зависимость для периода после этого года, соответственно 0,645 и 58 %.

Таким образом, выполнение противозаторных мероприятий приводит к тому, что связь между заторным подъёмом уровня воды в нижнем течении Сухоны и водностью реки в период вскрытия нарушается. Уровни вскрытия Сухоны существенно снизились, примерно, на 0,6 м, поскольку в результате противозаторных мероприятий, по-видимому, всё же облегчается выход льда из Сухоны в Северную Двину.

Аналогичные исследования были выполнены также для реки Томь у города Томск. Их результаты также показывают, что противозаторные мероприятия уменьшают надёжность прогноза максимальных заторных уровней воды. Использование же при планировании противозаторных мероприятий гидрологического прогноза позволяет существенно сократить затраты на их проведение.

ВЛИЯНИЕ ОПИСАНИЯ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА НА ПРОГНОЗ ПРИЗЕМНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В АРКТИКЕ

Бычкова В.И., Рубинштейн К.Г., Макштас А.П.*
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация
*ФГБУ «АНИИ», Российская Федерация

При прогнозировании метеорологических параметров для районов крайнего севера важно точное описание снежно-ледового покрова, теплового состояния поверхности в численных моделях. Ряд работ [Макштас и др., 2007] по сравнению температуры поверхности полярных регионов и данных экспедиций показывает, что ошибки в оценке температуры поверхности снежно-ледяного покрова могут достигать 10°C. Ярким примером некорректности описания состояния полярной атмосферы и состояния подстилающей поверхности служит реанализ NCEP/NCAR, широко используемый в настоящее время.

Для выявления степени влияния начальных и граничных данных модели WRF-ARW данные о сплоченности льда, высоте снега, температуре подстилающей поверхности будут заменены на соответствующие данные, полученные в ходе работы динамико-термодинамической модели морского ледяного покрова института Арктики и Антарктики. Модель рассчитывает пространственно-временное распределение характеристик снежно-ледового покрова, турбулентные потоки явного и скрытого тепла, а так же коротковолновый и длинноволновый радиационный баланс. В качестве начальных данных модель использует среднесуточные поля приземного давления и температуры воздуха на высоте 2 м, климатические среднесеasonные поля общей облачности, относительной влажности воздуха и скорости снегонакопления.

Анализ результатов модели института Арктики и Антарктики [Макштас и др. 2004] показал, что модель вполне адекватно описывает процессы таяния снега, особенно при задании альбедо подстилающей поверхности на основании натурных измерений. Расхождение между наблюдаемым и модельным временем полного исчезновения снежного покрова в последнем случае не превышает два дня при общей длительности периода таяния снежного покрова порядка 40 дней. Также адекватно модель описала изменение толщины льда за весь период наблюдений. Расхождение между рассчитанной и измеренной толщинами на момент окончания периода таяния при использовании измеренных значений альбедо поверхности составила 1–2 сантиметра при общем изменении толщины ледяного покрова от 1.2 до 2.3 метра. Использование априорно заданных в основном варианте модели значений альбедо привело к занижению рассчитанной толщины льда на 10–12 сантиметров, что составляет порядка 10% общего изменения его толщины.

Проведено 2 эксперимента с полярной версией модели WRF-ARV с разрешением 50 км. В первом из которых начальные поля были неизменными, во втором же в качестве данных о сплоченности льда и маске поверхности (вода-лед) использованы поля, рассчитанные моделью АНИИ.

В докладе будет проведена валидация полученных результатов с использованием данных дрейфующих станций «Северный Полюс», данных морских буев. Оценен отклик модели на использование других начальных данных о состоянии ледовой поверхности: выделены характерные горизонтальные и вертикальные масштабы изменений метеорологических параметров.

Работа частично поддержана грантами 12-05-97014-р_поволжье_а, 10-08-00493-а, «Climseas».

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ БЛОКИРУЮЩЕГО АНТИЦИКЛОНА НАД ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТЬЮ РОССИИ ЛЕТОМ 2010 г.

Варгин П.Н., Лукьянов А.Н., Ганьшин А.В.
Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета, Российская Федерация

Блокирующий антициклон, наблюдавшийся летом 2010 г. над Европейской частью России, привел к многомиллиардному экономическому ущербу, существенному увеличению смертности и серьезным последствиям для здоровья населения.

В работе исследуются динамические процессы в тропосфере – волновые цепочки, которые могли внести вклад в образование и поддержание антициклона. Для анализа волновых цепочек, используя данные реанализа НСЕР, были рассчитаны и проанализированы трехмерные векторы Пламба.

Показано, что в июне 2010 г. в тропосфере над Атлантикой в восточном направлении наблюдалось распространение трех волновых цепочек. Первые две волновые цепочки, достигнув Европы, продолжили своё распространение в восточном и юго-восточном направлении. Только третья волновая цепочка после достижения Европы продолжила распространение на северо-восток, достигнув 17–19 июня северо-запада России.

Именно там 18 июня началось формирование антициклона, который в последствие развился в устойчивый блокирующий антициклон, наблюдавшийся над Европейской Россией до середины августа. Изменение направления распространения волновых цепочек может быть обусловлено образованием двойной структуры зонального течения в тропосфере. Возникновение волновых цепочек выявлено в середине июня в областях с повышенной облачностью, наблюдавшихся над северо-западным регионом Атлантического океана, северо-запада и севера центральной части США.

Для июля-августа 2010 г., а также аналогичного периода 1972 г. с аномально высокими температурами на Европейской территории России, также выявлены распространявшиеся в восточном направлении волновые цепочки, которые могли внести вклад в усиление блокирующих антициклонов.

Для определения характера движений воздушных частиц, проникших в антициклон в нижней тропосфере над московским регионом летом 2010 г., в период его развития проанализированы рассчитанные 10-дневные обратные траектории.

Результаты исследования приняты для публикации в журнале «Известия РАН. Физика атмосферы и океана».

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОМАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ WRF ДЛЯ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ НА УРАЛЕ

Ветров А.Л., Связов Е.М.
ПГНИУ, Российская Федерация

Прогнозирование погоды в Уральском регионе имеет свою специфику. Меридионально ориентированные горные хребты, водохранилища на западном склоне и крупные озера на восточном, а также круглогодичное воздействие на погоду циклонов умеренных широт создают условия развития атмосферных процессов, отличающиеся от процессов на территории рядом расположенных равнин: Русской и Западно-Сибирской. При этом указанный регион довольно плотно заселен и имеет высокий уровень развития промышленного производства. Все это привлекает особое внимание к проблеме совершенствования гидрометеорологических прогнозов для указанной территории.

В последние годы передовые страны для целей метеорологических прогнозов используют иерархию математических моделей атмосферы – от глобальной до мезомасштабной. Применение подобной практики для целей прогнозирования в пределах Урала так же оправдано, как и необходимо. Для отработки указанной методики были проведены исследования для оценки степени применимости модели WRF – Weather Research and Forecasting с методикой численного решения системы уравнений Advanced Research WRF (ARW). Модель исследовалась для полигона в виде квадрата со стороной 2000 км. Центр полигона располагался в г. Перми (58° с.ш. и 56° в.д.). Интегрирование на сетке с шагом 10 км начиналось за 6–12 ч до начала события осадков и велось на 48 ч. Были исследованы случаи конвективных осадков в летний период 2008 и 2009 гг. и зимние осадки 2010 и 2012 гг. В качестве начальных и прогностических данных использовались данные глобальной модели GFS.

Для оценки степени применимости краткосрочных прогнозов модели WRF был использован метод динамической верификации, когда в качестве оцениваемого параметра выступает не только конечная метеорологическая величина (например, осадки), но и энергетические и динамические характеристики состояния атмосферы.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОРОГОВЫХ УСЛОВИЙ БЛОКИРОВАНИЯ АНТИЦИКЛОНОВ

Вильфанд Р.М., Тищенко В.А., Хан В.М., Роже Е.*
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация
*Университет г. Жирона, Испания

Исследовано распределение по территории северной Евразии величин, характеризующих значительные волны тепла и холода. Предложена следующая характеристика таких процессов: количество суток подряд (n), в течение которых накопленные за этот период аномалии температуры в узле сетки (на станции), деленные на продолжительность периода, превышают среднюю за эти дни величину среднеквадратического отклонения. Условие проверялось для приземной температуры на станциях и для сеточных полей метеовеличин, характеризующих термический режим (T_{850} , H_{1000}^{500} и т.п.). Если число дней n достигало 14, считалось, что зафиксирована значительная волна тепла (холода). Следует отметить, что количество дней со значительными положительными (отрицательными) аномалиями в течение какого-либо сезона распределено по территории достаточно равномерно. При этом продолжительные волны тепла и холода имеют повышенную повторяемость в отдельных регионах. В частности, по данным за 1952–2010 гг., в июне-августе продолжительные волны тепла заметно чаще наблюдаются над ЕТР, Таймыром и в районе Охотского моря. Такие крупномасштабные долгопериодные аномалии термического режима обычно связаны с блокирующими антициклонами.

Был проведен статистический анализ пространственно-временных характеристик блокирующих антициклонов на территории 1 е.с.р. Для анализа использовались данные ВНИИГМИ-МЦД за период с 1952 по 2010 г., представляющие собой информацию о датах, географических координатах центра антициклона и давлении (геопотенциале) в центре. Исследовались процессы блокирования на территории 1-го естественного синоптического района. К этому району относится Восточная Европа, над которой отмечена максимальная повторяемость крупномасштабных волн тепла. В зимние месяцы максимум повторяемости блокирующих ситуаций наблюдается в районе Британских о-вов, что должно быть связано с формированием в это время года гребня в средней тропосфере на востоке Атлантики. В летние месяцы наблюдается несколько районов с повышенной повторяемостью нахождения центров блокирующих ситуаций, которые можно объединить в три скопления – вблизи Британии, в центральной и восточной части Европы и в районе Урала.

Проведена автоматическая классификация блокирующих антициклонов в Атлантико-Европейском секторе для летних месяцев. Разбиение на классы проводилось для полей H_{500} . Проведено разделение выборки на 4 части: 1) ситуации блокирования (классификация проводилась для средних за период блокирования полей геопотенциала); 2) непересекающиеся с ситуациями блокирования предшествующие 6 суток; 3) последующие 6 суток после блокирования (также средние 6-суточные поля); 4) все остальные случаи. Проводилось осреднение температуры (T_{850}) в узлах сетки внутри календарных сезонов по случаям, попавшим в эти классы. Наиболее приемлемым объектом классификации являются нормированные на СКО по пространству для данного поля отклонения от нормы геопотенциала H_{500} . Классификация проводилась для подвыборок 1 и 4. Поля, соответствующие частям выборки 2 и 3 осреднялись в соответствии с классами полей ситуаций блокирования. Оптимальное число классов для ситуаций блокирования 6–8. Поэтому число классов в подвыборках 2 и 3 также 6–8. Для всех классов четвертой части выборки характерен зональный поток или наличие 1–2 слабовыраженных ложбин и гребней над исследуемой

территорией. Очаги аномалий соответствующих полей T_{850} имеют распределение, близкое к зональному. По одним лишь условиям циркуляции в тропосфере, соответствующим данным типам, невозможно предположить характер последующего изменения термобарического режима.

Во всех случаях до блокирования (подвыборка 2) наблюдается формирование гребней геопотенциала, а после блокирования не происходит резкого изменения циркуляции в средней тропосфере. При образовании блокингов в нижней тропосфере уже наблюдаются сформировавшиеся диполи тепла и холода в районах будущего блокирования. При этом распределение аномалий T_{850} имеет выраженный меридиональный характер. После блокирования не происходит резкого изменения циркуляции в средней тропосфере. В зависимости от исходного типа полей H_{500} , H_{1000} и T_{850} до блокирования возможно предположить характер последующего изменения термобарического режима в период блокирования и в течение нескольких суток после разрушения антициклона.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 10-05-0078 и проекта CLIMSEAS Project (Ref. n. 247512; PEOPLE-2009-IRSES) of the Seventh Framework Program of the European Union.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ЗАДЕРЖИВАЮЩИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ С УЧЕТОМ ИХ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Гедзенко Д.В., Манжосов В.С.
Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация

Эффективность функционирования авиационных систем в значительной степени зависит от погодных условий. Связано это с тем, что указанные условия представляют собой важнейший элемент воздушной обстановки, влияющий на взлет, посадку и полеты воздушных судов, выполнение поставленных задач, эксплуатацию дорогостоящей авиационной техники, средств обеспечения полетов и на работу личного состава. Неблагоприятные метеоусловия способны помешать достижению поставленных целей, а в отдельных случаях приводят к летным происшествиям.

С этой целью разработан способ прогноза возникновения и динамики задерживающих слоев атмосферы, основанный на применении модифицированного метода нормированного размаха.

Исследования последних десятилетий показали, что задерживающие слои наблюдаются достаточно продолжительный период времени, а в отдельные сезоны года, в определенных районах, преобладающую часть времени. Актуальность исследования и прогноза этих слоев обусловлены тем, что они оказывают непосредственное влияние на такие явления погоды, как низкая облачность, густая дымка, туман, грозное положение и т.д.

В настоящее время наиболее распространенными методами прогноза температурной инверсии являются методы И.Н. Пономаренко, И.В. Кошеленко и И.В. Таран.

Эти методы обладают рядом недостатков, к основным из которых следует отнести следующие:

- не позволяют прогнозировать высоту приподнятых задерживающих слоев;
- не позволяют определять вертикальную мощность задерживающих слоев;
- в ряде случаев обладают недостаточной заблаговременностью прогноза.

Уменьшение негативного влияния представленных недостатков предлагается осуществить путем уточнения и детализации прогностических данных о задерживающих слоях путем применения адаптированного к метеоусловиям метода нормированного размаха.

В настоящее время доказано, что анализ многих экспериментальных последовательностей и зависимостей характеристик движения и состояния атмосферы, обладающих фрактальными свойствами, может быть проведен с помощью метода нормированного размаха – метода Херста.

В ряде работ была осуществлена модификация метода Херста с целью его применения для получения прогностической информации об атмосферной турбулентности. Правомочность данной процедуры обусловлена тем, что основным свойством турбулентных течений является неупорядоченное, хаотичное изменение характеристик движения и состояния атмосферы, что указывает на сходство турбулентного и броуновского движений. При этом атмосферная турбулентность рассматривается как объект фрактальной геометрии.

В качестве характеристики интенсивности турбулентности в указанных работах было принято число Ричардсона Ri .

Прогностическую информацию об атмосферной турбулентности предлагается использовать для прогноза задерживающих слоев путем учета следующих закономерностей. Под слоями приподнятой инверсии число Ричардсона Ri резко уменьшается (интенсивность турбулентности увеличивается), в пределах этих слоев – резко растет (интенсивность турбулентности уменьшается), над ними – увеличивается незначительно.

Из вышеизложенных положений следует вывод о том, что наличие слабой атмосферной турбулентности в нижнем слое атмосферы способствует образованию приподнятой инверсии температуры, а умеренная или сильная турбулентность, распространяющаяся на вышележащие слои, приводит к ее разрушению. На базе данного вывода в работе получена зависимость температуры воздуха на верхней границе задерживающего слоя от ряда характеристик состояния атмосферы.

Таким образом, основное содержание методики прогноза возникновения и динамики задерживающих слоев атмосферы, основанной на применении модифицированного метода нормированного размаха, заключается в следующем: на базе реализации адаптированного к метеоусловиям метода нормированного размаха в заданных слоях атмосферы разрабатывается прогноз числа Ричардсона Ri ; определяется количество n задерживающих подслоев вертикальной мощности Δz_i с постоянным значением вертикальной составляющей градиента числа Ричардсона $\nabla_i Ri$; в каждом из выделенных задерживающих подслоев рассчитывается численное значение вертикальной составляющей градиента числа Ричардсона $\nabla_i Ri$; на заданный период времени определяется среднее значение локального изменения барической тенденции

$$\overline{\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)};$$

по фактическим данным рассчитывается лапласиан атмосферного давления $\nabla^2 P_0$; рассчитывается прогностическое значение температуры воздуха t_e на верхней границе задерживающего слоя; путем анализа изменения прогностических значений температуры воздуха на верхней t_e и нижней t_n границах задерживающего слоя делается вывод о его динамике.

АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И БАЗ ДАННЫХ ПРИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗАХ ТАЛОГО СТОКА

Георгиевский М.В., Романов С.В.
ФБГУ «Государственный Гидрологический Институт», Российская Федерация

Согласно «Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом изменения климата)», утвержденной правительством Российской Федерации, система гидрологических наблюдений по уровню технической оснащенности, перечню решаемых задач, оперативному представлению информации потребителям должна соответствовать лучшим аналогичным системам, функционирующим в развитых странах [1]. Одним из приоритетных направлений стратегии является перенос основной информационной нагрузки с наземной гидрометрической сети наблюдений на дистанционные методы измерения, а также разработка новых методов прогнозирования талого стока на реках и водоемах РФ.

Основными требованиями к выбору спутниковых данных дистанционного зондирования снеготалых запасов являлось, во-первых, возможность свободного доступа к данным, и, во-вторых, анализировались архивы с глобальным охватом с тем, чтобы полученные и разработанные зависимости и методики могли бы успешно применяться для различных регионов.

Следующим этапом исследований, после выбора исходной информации, был анализ возможностей использования данных спутникового зондирования запасов воды в снеге.

Для данных дистанционного зондирования была проведена оценка точности значений снеготалых запасов. Оценка точности включала в себя сравнение результатов дистанционного зондирования с данными наземных наблюдений. В качестве данных дистанционного зондирования использовались сведения GSMWEC, а в качестве наземных наблюдений использовалась информация из архива FormerSovietUnionHydrologicalSnowSurveys, 1966–1996.

Сравнительный анализ месячных значений (февраль-март) снеготалых запасов в бассейне р. Нева, полученных на основе информации дистанционного зондирования и рассчитанных по материалам снеготалых съемок, выявил следующие особенности. Во-первых, полученные значения сильно отличаются между собой. Отсутствует какая-либо общность полученных результатов. В целом, снеготалые запасы полученные по данным спутниковой информации GSMWEC на 25–30% меньше, чем снеготалые запасы рассчитанные на основе снеготалых съемок. Если обратить внимание на тенденцию, то оба анализируемых ряда данных продемонстрировали аналогичные тренды уменьшения значений максимальных снеготалых запасов за исследуемый период (1979–1990 гг.).

Проанализировав среднемесячные значения температуры воздуха по сеточным базам данных в бассейне р. Нева за исследуемый период позволил сделать следующий вывод. Уменьшение значений снеготалых запасов в бассейне р. Нева за последние десятилетия объясняются существенным повышением температуры воздуха за зимне-весенний период, что и является причиной увеличения количества оттепелей.

Можно констатировать, что многолетние изменения максимальных снеготалых запасов согласуются с колебаниями температурного режима в бассейне, т.е. предварительный вывод сделанный на основе использования сеточных данных полностью был подтвержден в ходе анализа данных наземных наблюдений, а именно данных по температуре воздуха семи равномерно расположенных в бассейне р. Нева метеорологических станций.

Спутниковые данные могут достоверно демонстрировать тенденцию многолетних колебаний максимальных снеготалых запасов в бассейне р. Невы, что было доказано на основе использования метеорологической информации по температуре воздуха.

Необходимо продолжение исследований посвященных анализу использования глобальных данных дистанционного зондирования снежного покрова в гидрометеорологии.

МЕТОД ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАВНИННЫХ РЕК

Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р.
Одесский государственный экологический университет, Украина

С целью совершенствования гидрометеорологического обеспечения населения, органов государственной власти, отраслей экономики прогностической продукцией, актуальным является разработка новых или усовершенствование существующих методов расчетов и прогнозов гидрологического режима водных объектов. Тем более, что в условиях современных изменений глобального и регионального климата нередкими стали катастрофические явления, в том числе весенние паводки на реках, приводящие к затоплению территорий и, часто, разрушению жилых построек и производственных комплексов. К методам, которые охватывают прогностической гидрологической информацией довольно большие территории, в том числе при ограниченности стоковых наблюдений на реках, относятся пространственные отображения тех или иных характеристик. Известные в оперативной практике территориальные способы прогнозов разработаны в основном для слоев стока весеннего половодья. Однако основную угрозу при затоплениях территорий представляют максимальные расходы или уровни воды в реках. Практически отсутствуют и рекомендации относительно установления вероятности наступления прогнозных величин в многолетнем разрезе.

В работе обоснован метод территориальных долгосрочных прогнозов максимальных расходов воды и слоев весеннего стока равнинных рек, который основывается на установлении типа водности будущей весны (много-, средне- или маловодной) по комплексу взаимосвязанных стокоформирующих гидрометеорологических факторов с использованием линейной модели дискриминантного анализа. К факторам, которые формируют вектор-предиктор дискриминантной функции, отнесены суммарные снегозапасы и осадки периода половодья, индексы предшествующего увлажнения и промерзания почв на водосборах, а также температура воздуха зимы и весны текущего года. Численные величины прогнозных гидрологических характеристик весеннего половодья устанавливаются по региональным их зависимостям от суммарного количества воды, формирующего половодье (выраженные в модульных коэффициентах) соответственно знаку дискриминантной функции. Такие зависимости устанавливаются для рек, по которым имеются многолетние ряды гидрометеорологических наблюдений.

Переход от прогнозных модульных коэффициентов к значениям слоев весеннего стока или максимальных расходов воды осуществляется путем их умножения на среднееголетние характеристики. Для неизученных в гидрологическом отношении водных объектов среднееголетние значения слоев весеннего стока могут быть получены, например, по картосхемам их распределения (при исключении влияния местных азональных факторов – залесенности и заболоченности водосборов). Что касается среднееголетних максимальных расходов воды или модулей для таких рек, то в работе обоснован метод их определения на основе операторной модели расчета характеристик максимального стока половодья.

Вероятность наступления того или иного типа водности половодий в многолетнем разрезе ($P\%$) устанавливается по прогнозным величинам модульных коэффициентов и коэффициентам вариации временных рядов стоковых величин C_V при использовании трехпараметрического гамма-распределения С.Н.Крицкого и М.Ф.Менкеля (при районировании соотношения C_S/C_V). Для

получения коэффициентов C_V при ограниченности данных многолетних гидрологических измерений установлены региональные уравнения.

Основываясь на современных методах представления гидрологического прогностического продукта, авторами работы использована картографическая форма представления ожидаемых величин слоев стока и максимальных расходов воды весеннего половодья в виде модульных коэффициентов, а также вероятности их появления в многолетнем разрезе.

С учетом тенденций изменения современного климата, особенно холодного периода, когда зимы потеплели, а осадки заметно превратились в мокрый снег и дождь (при изменении и их количества) в прогнозной схеме для равнинных рек Украины предусмотрена оценка базовых среднееголетних величин максимальных расходов воды и слоев весеннего стока в условиях изменений и водного режима рек.

Обоснован метод фонового прогноза дат начала и прохождения максимальных расходов воды весеннего половодья, в основу которого положены региональные зависимости этих дат от среднедекадных температур воздуха, получаемых по синоптическому прогнозу. Параметры и коэффициенты уравнений обобщаются по территории в зависимости от географического положения и площади водосборов рек.

МЕЗОМАСШТАБНАЯ КОНВЕКЦИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Горбатенко В.П., Константинова Д.А.
Томский государственный университет, Российская Федерация

В современных прогностических моделях погоды (например, негидростатических мезомасштабных моделях MM5, WRF) для прогноза развития грозы, града, шквала и других опасных явлений погоды, обусловленных развитием конвекции, практикуется использование значений индексов, характеризующих конвекцию по ряду параметров. Значения индексов рассчитываются по результатам аэрологического зондирования атмосферы и характеризуют степень термодинамической неустойчивости атмосферы, на фоне которой с той или иной вероятностью может развиваться опасное конвективное явление. Некоторые индексы характеризуют неустойчивость атмосферы только по стратификации температуры воздуха: Showalterindex (SHOW), Liftedindex (LIFT). В других, кроме стратификации температуры, присутствуют характеристики влажности слоя: K index, TOTLindex. Картина распределения величин прогностических значений индексов над заданной территорией позволяет обеспечивать вероятностный прогноз ливней, гроз и града, смерча с высоким пространственным разрешением [1]. В России прогноз пространственной локализации таких конвективных явлений остается актуальной задачей. Применение моделей типа WRF для прогноза погоды в России на стадии адаптации к региональным особенностям. Тем не менее, определение пороговых значений индексов, характеризующих степень развития конвекции над регионами России, может способствовать созданию новых методик распознавания гроз и града, и оценки их интенсивности, например, по спутниковым снимкам облачности. Характеристики состояния атмосферы, получаемые с помощью спектрорадиометра MODIS, установленного на космических платформах EOS AM-1 (Terra) и EOS PM-1 (Aqua) позволяют оценивать значения ряда индексов неустойчивости атмосферы: TOTL, LIFT и K.

Целью настоящей работы является определение пороговых значений индексов неустойчивости, при достижении которых развитие гроз и града над юго-востоком Западной Сибири возможно с той или иной вероятностью.

Воспользоваться результатами зарубежных исследований, в которых определены интервалы изменчивости индексов, характеризующих ту или иную вероятность грозы и града не представляется возможным, поскольку пороговые значения индексов различаются существенно. Кроме того, значения индексов в дни с опасными конвективными явлениями существенно различаются в разные месяцы, а, следовательно, их пороговые значения, используемых для диагноза по космическим снимкам или для прогноза по какой-либо действующей модели требуют уточнений в соответствии с наличием таких различий [2].

В процессе работы создана база данных по термодинамическим характеристикам атмосферы Западной Сибири в дни, когда были зарегистрированы гроза и град в период 2002–2011 гг. Рассчитаны статистические характеристики индексов и построены дискриминантные функции, позволяющие разделить состояние атмосферы на дни с грозой и дни, когда кроме грозы над исследуемой территорией регистрировался град. Определена частота повторяемости гроз и града в зависимости от пределов изменчивости индексов, характеризующих конвекцию.

Выводы:

– В дни с наличием, как грозы, так и грозы с градом все рассматриваемые характеристики имеют выраженный сезонный ход с экстремумами в июле.

– Пределы изменчивости индексов SHOW, LIFT, K, TOTL и их средние значения имеют статистически значимые различия в разные месяцы грозового сезона и над разными частями исследуемой территории. Согласно дискриминантному анализу, наиболее перспективными для прогноза развития «грозы» или «грозы с градом» над Западной Сибирью являются индексы LIFT и K.

– Величины индекса LIFT меньше -5°C являются признаком крайней неустойчивости атмосферы, вероятность грозы с градом в таких случаях превышает 95%. Аналогичная вероятность грозы наступает при значениях LIFT меньше -3°C . 70% всех гроз случаются при значениях LIFT меньше $-1,5^{\circ}\text{C}$, града меньше $-2,5^{\circ}\text{C}$. Средние значения индексов LIFT, характеризующих разницу в температуре окружающей среды и частицы, поднимающейся в слое от 0,5 до 5,5 км, в дни с градом принимают меньшие значения, чем в дни с грозой примерно на 2°C при одних и тех же значениях интегральной вероятности события.

– Грозы по сравнению с градом образуются при статистически значимо меньших значениях индекса K, характеризующего температуру слоя атмосферы от 1,5 до 5 км в совокупности с влажностью слоя от 1,5 до 3 км. Значения индекса, превышающие 34°C , свидетельствуют о крайне неустойчивом состоянии атмосферы и наличии потенциала для развития грозы с ливнем и градом с вероятностью более 95%. Гроза с вероятностью 70% развивается при значениях индекса Kind $29-30^{\circ}\text{C}$, град при значениях $31-32^{\circ}\text{C}$.

Список использованных источников:

1. Kunz M. The skill of convective parameters and indices to predict isolated and severe thunderstorms // Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 7, 327-342.
2. Горбатенко В.П., Константинова Д.А. Конвекция в атмосфере над юго-востоком Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана, 2009, №12, т. 22, С.17-21.

РОЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ОБЛАЧНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Дмитриева-Арраго Л.Р., Харин А.С., Шатунова М.В., Перов В.Л.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Формирование температуры подстилающей поверхности определяется, в первую очередь, количеством солнечной энергии, поглощенной поверхностью, и эффективным излучением поверхности. Как было показано ранее, эти две характеристики являются основными компонентами теплового баланса подстилающей поверхности, величина которого определяет температуру поверхности и ее эволюцию. Главным фактором, регулирующим приход солнечной радиации к поверхности и величину противоизлучения атмосферы, является облачность и ее микрофизические свойства.

Проблема моделирования облачности, ее количества и микрофизических свойств в настоящее время активно изучается на международном уровне. Во многих публикациях выполнены оценки качества воспроизведения количества облаков в гидрологических моделях прогноза погоды. В докладе представлены результаты численных экспериментов с разработанным алгоритмом расчета потоков излучения в солнечном и тепловом диапазоне спектра с учетом количества облаков и их микрофизических свойств.

Алгоритм расчета потоков излучения основан на двухпоточковом приближении решения уравнения переноса излучения. Приближенные формулы для расчета поглощения и рассеяния излучения в облаках основаны на теории Ми и включают зависимость от водности облаков, среднего радиуса распределения частиц облака по размерам и параметров распределения.

Представлены результаты расчета компонент радиационной энергетике системы земля-атмосфера при различных условиях облачности и различных микрофизических свойствах облаков. Результаты численных экспериментов показали, что появление сплошной облачности вслед за безоблачными условиями меняет количество поглощенной солнечной радиации на сотни Вт/м². Эффективное излучение меняется на 40–60 Вт/м² в сторону уменьшения. Результирующий эффект приводит к резкому уменьшению рассчитанной температуры поверхности.

Представлены результаты оценки влияния вариаций количества облаков и их микрофизических свойств на температуру подстилающей поверхности в моделях прогноза погоды. В основе оценок лежат полученные ранее приближенные характерные величины изменений температуры поверхности на 1-2 градуса при вариациях количества поглощенной солнечной радиации в 30 Вт/м².

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ ПОЛЕТНОЙ ВИДИМОСТИ ПОД НИЗКИМИ ОБЛАКАМИ

Дорофеев В.В., Степанов А.В., Маслобойщиков А.Н.
Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация

При метеорологическом обеспечении визуальных полетов под низкими облаками (высотой менее 600 м) по ПВП возникает противоречие между используемой метеорологической информацией о видимости и информацией, необходимой для выполнения полетов по ПВП. Данное противоречие обусловлено тем, что метеорологическая дальность видимости (МДВ) или метеорологическая оптическая дальность видимости (МОДВ) определяется, измеряется и прогнозируется в горизонтальном направлении. Возможность выполнения полетов по ПВП определяются полетной видимостью – наклонной полетной дальностью видимости (НПДВ) из кабины воздушного судна (ВС) наземных ориентиров (объектов) с высоты полета, которая под низкими облаками может значительно отличаться от МДВ (МОДВ) [1, 2, 4].

В практике метеорологического обеспечения полетов государственной авиации НПДВ определяется и прогнозируется по данным воздушной разведки погоды. Это объясняется тем, что определение НПДВ существенно осложняется зависимостью от многих факторов, основными из которых являются: высота нижней границы облаков (ВНГО); МДВ; распределение горизонтальной видимости с высотой (тип оптической модели); явления погоды; контраст объекта (ориентира) и фона; освещенность; условия обзора; состояние зрения наблюдателя; углы визирования; скорость и высота полета ВС, рельеф местности; характер подстилающей поверхности [1- 4].

Целью исследований является повышение эффективности метеорологического обеспечения полетов государственной авиации на основе разработки научно- методического подхода к прогнозу НПДВ в светлое время суток по поданным наземных метеорологических наблюдений.

Типы оптических моделей (ТОМ) в эпизодах определялись по данным инструментальных измерений метеорологических величин (ВНГО, МДВ, скорость ветра, относительная влажность), визуальных наблюдений (количество и форма облаков, наличие и вид осадков) и докладов экипажей-разведчиков погоды (ВНГО, вид осадков, скорость и направление ветра на высоте полета, распределение горизонтальной видимости с высотой [1, 3].

Методический подход к прогнозу НПДВ с высоты полета реализован на соотношении Кошмидера путем комплексного использования основных положений теории негоризонтальной видимости [1, 3], теории и опыта воздушной навигации [2] с учетом основных факторов влияющих на нее для четырех ТОМ [3] и различных явлений погоды.

Прогностические значения НПДВ определяются с учетом влияния рельефа местности, растительного покрова, водных объектов, типа синоптической ситуации на ВНГО и МДВ, основных факторов, определяющих НПДВ по маршруту полета путем расчета их значений по данным топографических карт крупного масштаба, приземных кольцевых, микрокольцевых и синоптических карт погоды, измерений температуры, влажности воздуха, скорости ветра у земли и высоты местности над уровнем моря по уравнениям регрессии.

Список использованных источников:

1. Дорофеев В.В., Нахмансон Г.С., Жильчук И.А. Видимость для авиационных целей. Монография. Воронеж: ВАИУ, 2010. 252 с.
2. Жаренков Л.А., Матвеев Ю.А., Ремянников Е.П. Воздушная навигация в различных условиях полетов. М.: Воениздат, 1985. 175 с.
3. Рацимор М.Я. Наклонная видимость. Метод. пособие для специалистов ГАМЦ, ЗАМЦ, АМЦ и АМСГ. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 136 с.
4. Федеральные авиационные правила по производству полетов государственной авиации Российской Федерации (ФАППП-2004). М: Воениздат, 2004. 336 с.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПРИ НАЛИЧИИ ТУМАНА В АЭРОПОРТУ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОК**Дьяков С.А., Ким М.Э.****Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация**

Аэропорт города Владивосток является международным, допущенный к приему всех типов воздушных судов без ограничений. Светосигнальное и метеооборудование, средства навигации позволяют осуществлять посадку и взлет воздушных судов в тумане, причем минимальные допустимые метеорологические условия соответствуют минимуму аэродрома – 30х350 м.

Наличие тумана в районе аэродрома значительно усложняет взлет и посадку воздушного судна. Но также значения и динамика метеорологических величин, параметров в пограничном слое атмосферы влияет на полет летательного аппарата. Поэтому очень важно знать динамику метеорологических величин при наличии тумана, так как малейшее изменение их (температуры, влажности, направления и скорости ветра), могут привести к проблемам в технике пилотирования, особенно при осуществлении посадки воздушного судна. Если же район аэродрома характеризуется сложными физико-географическими условиями, как район аэропорта города Владивосток, когда сильное влияние оказывают рельеф местности, близость к водам Тихого океана (Амурский и Уссурийский заливы), то метеорологические величины могут претерпевать резкие изменения в течение короткого времени.

В работе исследовались метеорологические величины и параметры, оказывающие влияние на образование и рассеяние туманов в районе аэродрома Владивосток.

В результате были выявлены следующие закономерности для района аэропорта города Владивостока:

1. Чем меньше количество облачности и выше высота нижней границы облачности, тем ниже температура во время образования тумана и больше: понижение температуры воздуха у земли от момента захода Солнца до образования тумана, разность между температурой воды в Амурском заливе и температурой воздуха у земли на аэродроме во время образования тумана, ночное понижение температуры воздуха относительно момента захода Солнца, и наоборот.

2. Скорость ветра у земли во время образования и рассеяния тумана тем ниже, чем меньше температура воздуха у земли во время захода Солнца и выше разность между ночным понижением температуры воздуха у земли и понижением необходимым для образования тумана, и наоборот.

3. Температура туманообразования тем выше, чем меньше: ночное понижение температуры воздуха относительно момента захода Солнца, разность между температурой воды в Амурском заливе и температурой воздуха у земли на аэродроме во время образования тумана, разность между температурой воды в Амурском заливе и минимальной температурой воздуха у земли в ночь образования тумана, и больше разность между температурой воды в Амурском заливе и температурой воздуха у земли на аэродроме во время захода Солнца, перед образованием тумана, и наоборот.

4. Разница между температурой воды в Амурском заливе и температурой туманообразования на аэродроме тем больше, чем больше понижение температуры воздуха у земли от момента

захода Солнца до образования тумана и ночное понижение температуры воздуха относительно момента захода Солнца, и наоборот.

5. Конденсация в тумане идет тем интенсивнее, чем ниже минимальная температура воздуха у земли в ночь образования тумана, больше разница между температурой воды в Амурском заливе и минимальной температурой воздуха у земли в ночь, и во время захода Солнца температура низкая.

6. Резкое изменение дефицита перед образованием тумана связано с большой разницей между температурой воды в Амурском заливе и температурой воздуха у земли на аэродроме ($T_в - T_{обр}$) и высоким ночным понижением температуры воздуха у земли ночью.

7. При образовании тумана наблюдается малооблачная погода с высокой нижней границей облачности или сплошная облачность с низкой высотой, причем если малооблачно, то дефицит точки росы воздуха у земли во время захода Солнца ($D_{зах}$) и разность дефицитов точки росы воздуха у земли во время захода Солнца и образования тумана ($D_{зах} - D_{обр}$) больше, и наоборот.

8. Температура образования тумана тем выше, чем больше $D_{зах}$ и $D_{зах} - D_{обр}$.

9. Температура туманообразования и $T_в - T_{обр}$ тем выше, чем резче уменьшается дефицит после захода Солнца, меньше дефицит во время захода Солнца, больше количество и ниже высота облачности, т. е. идет вынос теплой влажной массы с моря.

10. При резком изменении дефицита в районе аэродрома при образовании тумана, во время захода Солнца была высокая облачность.

11. При малооблачной погоде туман в районе аэродрома образуется и рассеивается при штиле.

12. Чем больше разность $T_в - T_{обр}$ тем ниже скорость ветра при образовании тумана.

13. Чем интенсивнее конденсация в тумане, приток влажного морского воздуха, тем выше скорость ветра при образовании и рассеянии тумана.

Выявленные закономерности позволяют определить особенности динамики метеорологических величин при образовании и рассеянии тумана в районе аэропорта г. Владивосток и дают возможность детально оценить погоду при посадке или взлете воздушного судна в тумане, условиях ограниченной видимости.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ РОССИИ КАК ПРИМЕР ОПЕРАТИВНОГО МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Елисеев Г.В.

ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Информация о фактических и прогнозируемых гидрометеорологических условиях, а также о других характеристиках природной среды, определяемых гидрометеорологическими условиями, востребована и используется федеральными органами исполнительной власти (ведомствами) для повышения эффективности управленческих решений. К этим ведомствам относятся Минприроды России, МЧС России, Министерство энергетики, и другие. Организация информационного взаимодействия с каждым ведомством имеет свои особенности, но общей характеристикой взаимодействия является требование оперативности и комплексности представляемой информации. Уровень взаимодействия Росгидромета, его учреждений, с другими ведомствами удалось поднять на новый уровень в связи с образованием в 2011 году Ситуационного центра Росгидромета на базе ФГБУ «Гидрометцентр России» и ФГБУ «ГВЦ Росгидромета».

В качестве примера межведомственного информационного взаимодействия рассмотрено взаимодействие Гидрометцентра России с Минприроды России, Авиалесоохраной, МЧС России, осуществляемое через ситуационные центры, Национальный центр управления в кризисных ситуациях.

В Гидрометцентре России разработаны и внедрены технологии оперативного выпуска большой номенклатуры информационной и прогностической продукции: карты классов фактической пожарной опасности по административным районам всех субъектов РФ, прогностические карты пожарной опасности с заблаговременностью до 5 суток с учетом прогноза осадков, карты пожарной опасности по заповедникам, карты пожарной опасности по районам АЭС и др. Для выпуска продукции используется информационно-технологический комплекс, включающий глобальные и мезомасштабные модели атмосферы, технологию прогнозирования РЭП (автор проф. П.П.Васильев), технологии формирования картографической продукции, суперкомпьютерные вычислительные платформы. Выходная продукция используется для принятия управленческих решений.

В докладе представлены образцы выпускаемой продукции, а также перспективы развития соответствующих технологий.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА МОДЕЛЬНЫХ ПРОГНОЗОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ МЕЗОМОДЕЛИ COSMO ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ЛЕТНЕМ ПЕРИОДЕ

Здерева М.Я., Хлучина Н.А.
ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт», Российская Федерация

В настоящее время исследования, направленные на совершенствование моделей, продолжают не только в ведущих метеорологических центрах, но и в различных международных консорциумах. Примером международной разработки является негидростатическая модель атмосферы COSMO. С июня 2011 года в Западно-Сибирском региональном вычислительном центре запущен один из вариантов этой системы прогноза погоды – COSMO-RUsib с шагом сетки интегрирования и выходной продукции 14 км [1]. С этого момента начаты работы по накоплению и верификации модельных данных.

Оценки качества прогнозов производились по 152 метеорологическим станциям Ханты-Мансийского округа, Новосибирской, Томской, Кемеровской областям, Алтайскому краю и Горному Алтаю. Результаты в летнем периоде 2011 года показали ярко выраженный суточный и зональный ход в ошибках прогноза температуры. Средние арифметические (систематические) ошибки в дневные часы (9-15 всв, 33-39 всв, 57-63 всв) отрицательны на севере территории, приближаются к нулю в Кемеровской области и возрастают к Алтайским широтам. В ночное время суток прогнозы завышают температуру практически на всей равнинной части, при этом превышение возрастает с севера на юг. Довольно высокий уровень оправдываемости для дневных часов (85-95%) в ночные сроки падает до 60% и ниже в Алтайском крае. В горных районах модель показывает систематическое занижение температуры, в дневные часы в среднем до -3°C, а на отдельных станциях до -7 -8°C. Соответственно сильно падает уровень оправдываемости.

Многолетний международный опыт показывает, что применение к выходным результатам численных моделей систем MOS (Model Output Statistics) повышает качество прогнозирования [3]. Сами модели – это только имитация атмосферы, и их точность ограничена тем, насколько верно представлены в них сложные атмосферные процессы. В процессе прогноза накапливается некоторая неопределенность, причиной ее возникновения является хаотичное поведение, присущее атмосфере, ограниченность наших возможностей в области наблюдений за атмосферой и моделирования ее состояния [2].

На сегодняшний момент вариантов интерпретации модельных прогнозов великое множество, все они сводятся к получению некоторого решения, связывающего фактический параметр с прогнозическим. Считается, что эффективность MOS интерпретации напрямую связана с величиной рабочей выборки. В нашем случае такой возможности не было, поэтому без всякой надежды на успех для каждой станции региона построены простые уравнения линейной регрессии типа:

$$T_{fact} = a + bT_{mod} \quad (1)$$

где T_{fact} и T_{mod} – фактическая и модельная температуры.

При этом выборка формировалась по 30 циклически заполняемым, предыдущим к расчетному дню модельным полям. Уравнения строились для каждой заблаговременности прогноза. Эксперименты на материале июнь-август 2011 продемонстрировали эффективность даже такого простого варианта MOS для летних месяцев: арифметические ошибки прогноза приблизились

к нулю во всех областях региона и для всего периода заблаговременности, исчезла синусоида в величине оправдываемости с повышением её в ночные сроки. Особо заметны результаты на территории Алтая. Даже на горных станциях, на которых статистические или физико-статистические объективные прогнозы, как правило, не дают высоких результатов, оправдываемость в основном превысила 85%.

Первые положительные выводы применения статистической обработки к модельным полям COSMO, представляют научный и практический интерес. Результаты будут использованы при разработке технологии комплексации прогнозов по разным моделям. Уточненный детализированный прогноз повысит эффективность работы оперативной синоптической службы. По мере накопления выходной продукции будут продолжены исследования других вариантов пост-процессинга.

Список использованных источников:

1. Вильфанд Р.М., Ривин Г.С., Розинкина И.А. Система COSMO-RU негидростатического мезомасштабного краткосрочного прогноза погоды Гидрометцентра России: первый этап реализации и развития // Метеорология и гидрология. - 2010. - №8. – с.5-20.
2. Рекомендации по предоставлению данных о неопределенности прогнозов PWS-18 WMO/TD No.1422 Руководитель и координатор работ по подготовке документа Джон Гилл. 2008, Всемирная Метеорологическая Организация // <http://meteoinfo.ru/wmo-td-1422>
3. Baars J. Mass C. Performance of national weather service forecasts versus Model Output Statistics // http://www.atmos.washington.edu/~jbaars/mvn_paper/mvn_extended.htm

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИК «ИДЕАЛЬНОГО» (PERFECT PROGNOS METHODS-PP) МЕТОДА ПРОГНОЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГРАДОПАСНОСТИ

Кагермазов А.Х., Кешева Л.А., Хучунаева С.Б.
ФГБУ «ВГИ», Российская Федерация

Современные методы статистического анализа и прогноза погоды в т. ч. опасных явлений, допускают применение двух концепций – использование статистик «идеального» прогноза (Perfect Prognos Methods – PP) и прогнозов конкретных гидродинамических моделей (Model Output Statistics Methods – MOS).

В настоящей работе исследуется возможность использования выходной продукции Глобальной Системы Прогнозов (GFS NCEP) [3-6] для расчета предикторов, используемых в прогнозе града согласно первой концепции.

Часть выходной продукции модели, необходимая для использования в методе прогноза града (аналог радиозонда), включает в себя прогностические поля (с заблаговременностью 18-24 часа) следующих метеорологических элементов: – геопотенциальных высот (Н, дам) изобарических поверхностей 1000, 975, 950, 925, 900, 850, 800, 750, 700, 650, 600, 550, 500, 450, 40, 350, 300, 250, 200, 150, 100, 50 и 10 гПа.

Соответствующие этим изобарическим поверхностям значения следующих параметров:

– температуры воздуха ($t, ^\circ\text{C}$); – относительной влажности воздуха ($F, \%$); – зональной и меридиональной составляющей скорости ветра ($W, \text{м/с}$);

Для прогностических целей использовалась дискриминантная функция по 6-ти наиболее информативным параметрам обуславливающих возникновение, развитие и интенсивность градовых процессов:

$$L = F(D_j, H_p, TT, \sum_{\text{земля}}^{500} q, \Delta\tau_{cp}, \Delta S),$$

где D_j – индекс неустойчивости Джорджа; H_p – высота слоя потенциальной неустойчивости;

TT – индекс интегральной суммы Миллера; $\sum_{\text{земля}}^{500} q$ – суммарная удельная влажность в слое земля

– 5 км; $\Delta\tau_{cp}$ – в 5 км слое от уровня конденсации; ΔS – энергетическая характеристика подоблачного слоя [2].

Для оценки успешности способа прогноза града по материалам за период 2005–2009 гг. использовались данные наблюдений наземной сети в районе радиусом до 150–200 км от пункта с координатами 44.35 с.ш. и 43.20 в.д. (территории Центрального Предкавказья). Прогноз считался оправдавшимся в тех случаях, когда в срок действия прогноза град наблюдался на поверхности земли. Общая оправдываемость прогноза $P_{общ} = 73 \%$. Предупрежденность наличия явления $P^*_{ня} = 56\%$.

Дополнительными показателями для оценки прогнозов градовой опасности являются: оправдываемость прогноза наличия явления $P_{ня} = 87\%$; оправдываемость отсутствия явления $P_{оя} = 66,4\%$; предупрежденность отсутствия явления $P^*_{оя} = 91\%$. Критерий качества прогнозов Пирси–Обухова $T = 0,45 \sim 0,47$. Критерий надежности по Н.А. Багрову $H = \sim 0,5$. Ошибка риска метода (явление не прогнозировалось, но наблюдалось): $\alpha = 0,4$. критерий точности по А.М. Обухову: $Q \sim 0,5$.

По результатам предварительных расчетов и анализа успешности прогнозов можно сделать вывод, что рассматриваемый метод прогноза града удовлетворяет соответствующим критериям качества прогнозов [1].

Таким образом, показано, что использование выходных данных современных глобальных моделей атмосферы для прогноза опасных явлений погоды (на примере града) вполне оправдано и имеет хорошие перспективы.

Список использованных источников:

1. Кагермазов А.Х., Сиротенко Л.А. Результаты апробации программных модулей расчета метеопараметров и компьютерного прогноза града по данным аэрологического зондирования на Северном Кавказе. // Изв. Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Физика атмосферы. Естественные науки. – 2010. – Спецвыпуск. – С. 49–53.
2. Федченко Л.М., Кагермазов А.Х. Использование статистических методов для прогноза градовых процессов и их характеристик. // Метеорология и гидрология. – 1988. – № 4. – С. 41–50.
3. <http://www.emc.ncep.noaa.gov/>
4. Kalnay E., Kanamitsu M., and Baker W.E., Global numerical weather prediction at the National Meteorological Center. // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 1990. – Vol.71. – P. 1410–1428.
5. Kanamitsu, M., Description of the NMC global data assimilation and forecast system.// Wea. and Forecasting. – 1989. – Vol. 4. – P. 335–342.
6. Kanamitsu, M., Alpert J.C., Campana K.A., Caplan P.M., Deaven D.G., Iredell M., Katz B., Pan H.-L., Sela J., and White G.H., Recent changes implemented into the global forecast system at NMC. // Wea. and Forecasting. – 1991. – Vol. 6. – P. 425–435.

УСЛОВИЯ ВЫПАДЕНИЯ ЗАМЕРЗАЮЩИХ ОСАДКОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ В ДЕКАБРЕ 2010 ГОДА

Калинин Н.А., Смородин Б.Л., Давыдов Д.В.
**Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация**

В средних широтах Северного полушария замерзающие осадки (дождь и морось) - явление редкое. Чаще всего они наблюдаются в интервале приземной температуры $-0,1$ до -2°C и очень редко при температуре ниже -10°C . В данной работе рассмотрены метеорологические и синоптические условия выпадения замерзающих осадков на территории Пермского края 14 декабря 2010 г., когда приземная температура составила $-10,9^{\circ}\text{C}$.

Днем 14 декабря в средней и нижней тропосфере циркуляцию обуславливали два высотных циклона с центрами в районе Западной Украины и полуострова Таймыр. Между циклонами располагался слабо выраженный гребень, ориентированный с северного Казахстана на средний Урал. Ведущий поток имел южное направление. Скорость ветра на уровне 5 км составляла 19 м/с. Высотная фронтальная зона наблюдалась над Гренландией и Скандинавским полуостровом, а далее к востоку делилась на две ветви, одна из которых располагалась вдоль северных морей, другая - поворачивала вдоль западного побережья Европы на Средиземное море и выходила к Уральским горам.

У поверхности земли погоду Пермского края определял Каспийский циклон, с центром восточнее Самары. Циклон двигался согласно высотной фронтальной зоне, ориентированной с юга на север. Днем 14 декабря, находясь в стадии заполнения и будучи высоким барическим образованием, он смещался со скоростью 15 км/ч. По сравнению с предшествующими полусутками скорость циклона уменьшилась вдвое. Давление в центре циклона росло следующим образом: в 12 ч всемирного скоординированного времени (ВСВ) 13 декабря оно составляло 1001 гПа, 14 декабря в 0 ч - 1005 гПа, в 12 ч ВСВ — 1010 гПа. Арктический фронт теплым участком располагался значительно севернее территории Пермского края и проходил через Сыктывкар и Вологду. Теплая ветвь полярного фронта проходила через Челябинск и Казань. Фронт смещался со скоростью 15 км/ч. Контраст температуры воздуха у поверхности земли на фронте составил $4,5^{\circ}/100$ км, на уровне 1,5 км — $5^{\circ}/100$ км. Фронт в поле осадков выражен не был. Осадки отмечались лишь вблизи центра циклона. Барические тенденции перед фронтом были слабо отрицательные с максимальным значением $-1,3$ гПа/3ч над западными районами Пермского края. Ночью 14 декабря в нижних слоях атмосферы над территорией края располагалась теплая воздушная масса, но очень сухая. Температура воздуха на уровне 1,5 км составляла $+1^{\circ}\text{C}$. Слабые северные потоки и отсутствие облачности в ночные часы при наличии снежного покрова способствовали сильному радиационному выхолаживанию подстилающей поверхности и формированию мощной приземной инверсии от поверхности земли до высоты 970 м, с вертикальным температурным градиентом $1,3^{\circ}\text{C}/100$ м, которая сохранялась и днем. Смена потоков на южные и юго-западные днем 14 декабря способствовала поступлению влаги в слое 850—500 гПа. Дефициты точки росы уменьшились до 0 — $-1,4^{\circ}\text{C}$. По данным радиозондирования за 12 ч ВСВ 14 декабря высота нулевой изотермы составила 390 м, толщина слоя с положительной температурой воздуха - около 1,3 км. Осадки, сформировавшиеся в теплой воздушной массе, не успевали перейти в твердую фазу и достигали поверхности земли в виде слабого дождя.

На основе данных радиозондирования атмосферы численно смоделирован процесс охлаждения падающих капель и рассчитана их температура. Показано, что капли крупного размера не успевают достичь состояния переохлаждения и при падении на землю имеют положительную температуру. Более мелкие капли охлаждаются до отрицательной температуры.

Выполненная оценка процесса превращения в лед падающих капель при кристаллизации переохлажденной воды показала, что при фазовом переходе объемная доля ледяной оболочки капель не превышает 3% даже при наиболее благоприятных условиях охлаждения.

Изучена динамика фазового перехода вода-лед в капле сферической формы. Получена толщина корки льда в зависимости от размеров капли и температуры окружающей среды. Определена скорость фронта кристаллизации.

ПРОГНОЗ ЭВОЛЮЦИИ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН

Комасько Н.И., Иванова А.Р.
ФБГУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Прогноз перемещения и эволюции атмосферных фронтов является неотъемлемой составляющей прогноза погоды, особенно в умеренных широтах, где большую часть года характер погоды определяется именно фронтальными процессами. Прогноз фронтальных зон необходим при прогнозе опасных явлений, таких как сильные осадки, грозы, порывы ветра, шквалы, так как зачастую они возникают именно при прохождении атмосферного фронта.

Атмосферный фронт разделяет воздушные массы с различными свойствами, и важнейшей его характеристикой являются контрасты температуры. Для обозначения процесса увеличения градиента температуры в данной точке или внутри данного индивидуального объема воздуха употребляется термин «фронтотенез». В более узком смысле фронтотенезом называют процессы возникновения и обострения высотных фронтальных зон (ВФЗ) и атмосферных фронтов. «Фронтотенезом» называют процесс уменьшения градиента температуры, в более узком смысле – процесс размывания ВФЗ и атмосферных фронтов [1]. Основным механизмом фронтотенеза является неоднородная адвекция температуры. Наиболее характерные ситуации, в которых адвекция температуры создает фронтотенетический эффект, – это прежде всего горизонтальное деформационное поле и поле горизонтального сдвига ветра. Кроме того, это ситуации, в которых конвергенция в каком-либо слое сочетается с восходящими движениями, а также условия неравномерного распределения вертикальных движений по горизонтали.

Количественная оценка эволюции атмосферных фронтов возможна на основании расчета величины скалярной фронтотенетической функции Fg или дивергенции векторной фронтотенетической функции \vec{Q} :

$$Fg = \frac{d}{dt} (|\nabla T|) > 0, \quad (1)$$

$$\vec{Q} = (Q_1, Q_2) = \left(-\frac{g}{\theta_0} \frac{\partial \vec{V}_g}{\partial x} \cdot \nabla \theta, -\frac{g}{\theta_0} \frac{\partial \vec{V}_g}{\partial y} \cdot \nabla \theta \right), \quad (2)$$

где T – температура, \vec{V}_g – полная скорость геострофического ветра, g – ускорение свободного падения, $\nabla \theta$ – градиент потенциальной температуры, θ_0 – потенциальная температура у земли (при $z = 0$). Обострение фронтов будет происходить при положительных значениях Fg или отрицательной дивергенции вектора \vec{Q} .

В данной работе были рассмотрены случаи прохождения атмосферных фронтов над европейской Россией в июне 2012 г. Рассчитаны вышеуказанные характеристики их эволюции в толще атмосферы на основании данных оперативного объективного анализа и численного прогноза. Использовались выходные поля геопотенциала, составляющих скорости ветра, температуры и давления на уровнях 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200 гПа глобальной полулагранжевой модели (Россия), а также моделей UKMO (Великобритания) и NCEP (США). Произведено сопоставление полученных результатов с наблюдаемыми полусуточными суммами осадков на синоптических станциях. Кроме того, оценен эффект эволюции атмосферных фронтов на некоторые характеристики турбулентности атмосферы, определяемые через деформацию поля ветра.

ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА МОДЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА WRF

Крохин В.В., Филь А.Ю.
ФБГУ «ДВНИГМИ», Российская Федерация

Прогнозирование положения и эволюции тропических циклонов (ТЦ), влияющих на российский Дальний Восток, и доведение информации о них до потребителей выполняется в оперативных подразделениях Росгидромета, в основном, на базе прогностической продукции отечественных и зарубежных глобальных моделей. Кроме этого, в ряде управлений Гидрометслужбы и НИИ Росгидромета, начаты работы по адаптации региональных гидродинамических моделей на регион Дальнего Востока (Вербицкая Е.М., 2010, Гончуков Л.В., Ламаш Б.Е., 2010).

Однако гидродинамическое прогнозирование тропических циклонов имеет свою специфику. Тропические циклоны в большинстве своем развиваются над морями и океанами, сравнительно слабо охваченными метеорологическими данными. В силу этого, ТЦ получают недостаточно глубокими и размытыми, слабо выраженными в поле объективного анализа, или не выраженными вовсе (Похил А.Э. и др., 2005). Поэтому, региональные гидродинамические модели, определенным образом, инициализировать область тропического вихря, для того, чтобы его вертикальная структура была адекватной.

Наиболее авторитетные (в плане прогноза ТЦ) зарубежные прогностические центры – NCEP в США и JMA в Японии – имеют свои автоматизированные прогностические комплексы, корректно учитывающие вклад ТЦ в циркуляцию по области расчета. В Гидрометцентре России также ведутся работы в этом направлении на базе гидродинамических моделей ETA и WRF (NMM) (Наумов, А. Д., 2003; Похил А.Э. и др. 2011).

Таким образом, создание отечественной автоматизированной системы прогноза (АСП) положения и эволюции ТЦ на базе региональных гидродинамических моделей является важной и актуальной задачей. Ввиду того, что прогнозирование положения и эволюции ТЦ с использованием численных моделей требует применения высокопроизводительной вычислительной техники, данная задача решалась на базе высокопроизводительного вычислительного комплекса SGI ALTIX UV-100, установленного в ДВНИГМИ в 2011 году.

АСП ТЦ ДВНИГМИ включает в себя две региональные гидродинамические модели семейства WRF – Hurricane WRF (HWRF) и Advanced Hurricane WRF (AHW), разработанные в NCEP/NCAR, и адаптированные (настроенные) на дальневосточный регион силами сотрудников отдела метеорологии и тропических циклонов ДВНИГМИ.

В качестве входных данных для моделей HWRF и AHW используются прогнозы глобальной модели GFS с разрешением 0.5x0.5 градуса. Прогностический набор АСП ТЦ ДВНИГМИ (с заблаговременностью до 72 часов) состоит как из цифровой продукции: файлов прогностических полей метеозаписей в коде GRIB1, текстовых ATCF-телеграмм, так и графической: карт полей метеозаписей и траекторий ТЦ. Для визуализации рассчитанных прогностических полей метеорологических величин, траекторий ТЦ и их анализа применяется графический пакет GrADS.

На материале 2011-2012 гг. подтверждена принципиальная способность моделей AHW и HWRF воспроизводить пространственно-временные характеристики ТЦ на различных стадиях развития

на уровне официальных прогнозов JMA и JTWC. Достоверность оценок подкрепляется использованием двух разных подходов к реализации динамического ядра и способами построения сеток (АНW – динамическое ядро EM использует сетку класса «С» Аракавы, вложенная сетка неподвижна; HWRF – динамическое ядро NMM использует сетку класса «Е» Аракавы, вложенная сетка перемещается вслед за ТЦ). Анализ ошибок методического WRF-прогноза как положения, эволюции ТЦ (ошибки положения, минимального давления и максимального ветра), так и метеорологических полей в окрестности ТЦ, показал значимое (95%) преимущество над инерционным прогнозом.

Результаты работы представляются особенно важными в плане гидрометеорологического обеспечения саммита АТЭС (сентябрь 2012 г, Российская Федерация).

АНСАМБЛЕВЫЙ ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ С НЕДЕЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИЕЙ: ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

**Круглова Е.Н., Куликова И.А., Муравьев А.В.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация**

В рамках развернутой в Гидрометцентре России технологической линии глобальных прогнозов метеорологических величин реализована технология еженедельных выпусков глобальных прогнозов, базирующихся на ансамблях МОЦА ПЛАВ [1], и создана схема еженедельной детализации прогнозов температуры воздуха для 70 станций СНГ по уравнениям множественной регрессии как для совпадающих, так и разнесенных по пространству точек влияния.

Технологическая линия включает в себя блоки формирования вероятностных прогнозов и суперансамбля прогнозов по моделям ГГО и ПЛАВ с системой верификации по стандартам ВМО (SVSLRF) [2].

В качестве эталонных массивов используются данные реанализа (Reanalysis II, NCEP) [3] за период 1981–2010 гг. С учетом полученных оценок планируется разработать и внедрить программные блоки калибровки прогностических ансамблей и методов апостериорных поправок.

Список использованных источников:

1. Толстых М.А. Глобальная полулагранжева модель численного прогноза погоды. – М., Обнинск: ОАО ФОР, 2010, 111 с.
2. Муравьев А.В. Стандартизованная система верификации долгосрочных метеорологических прогнозов (SYSLRF). В кн. Восемьдесят лет Гидрометцентру России, М: Триада ЛТД, 2010, с. 264-287.
3. Kanamitsu M., Ebisuzaki W.I, Woollen J., Yang Shi-Keng, Hnilo J.J., Fiorino M., and Potter G.L. NCEP–DOE AMIP-II Reanalysis (R-2). – Bull. Amer. Meteorol. Soc., 2002, vol. 83, pp.1631–1643.

ВНЕДРЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС

Крупчатников В.Н., ФГБУ «СибНИГМИ», Россия

Севостьянов П.Ф., Департамент Росгидромета по СФО, Россия

Приводятся данные об успешности и эффективности внедренных в последние годы в оперативную практику гидрометеорологического обеспечения структур власти и экономики методов гидрометеорологических прогнозов, разработанных учеными ФГБУ «СибНИГМИ» для территории Новосибирской, Кемеровской, Томской областей, Алтайского края и Республики Алтай.

В области кратко-среднесрочного прогноза погоды наиболее эффективным является метод и методология комплексного прогноза температуры, заморозков, осадков, пожароопасности на 1-5 суток (автор Здерева М.Я.). Метод базируется на расчете уравнений регрессии «предиктор – предиктант», построенных на ежемесячных выборках фактических метеопараметров с использованием информации по численным моделям ESMF (Рединг) и UKMO (Эксетер). Прогнозы ежедневно рассчитываются на супервычислителе Западно-Сибирского РВЦ автоматически. Выходная продукция представлена в виде таблиц с детализацией по Сибирским регионам (113 метеорологических станций). Краткосрочные прогнозы температуры и осадков имеют оправдываемость в пределах 70–78 %, индекса пожароопасности – 83–84%. Использование упомянутого автоматизированного метода и технологии позволило успешно предсказывать крупные волны тепла и холода, сильные морозы в зимний период, заморозки в переходные сезоны, высокую и чрезвычайную пожароопасность в лесах в весенне-летний период 2012 г.

В сфере агрометеорологического прогнозирования отмечается высокая эффективность внедренных в 2009 году методов: «Долгосрочного прогноза валового сбора зерновых и зернобобовых культур по территории Западно-сибирского УГМС» (авторы – Костюков В.В., Старостина Т.В.) и «Оценки агрометеорологических условий формирования и прогнозов урожайности яровой пшеницы по территории УГМС» (автор – Набока В.В.). Достоинством первого метода является возможность расчета с большой заблаговременностью (до полугода) урожайности и валового сбора зерновых в амбарном весе. К достоинствам второго метода следует отнести создание и внедрение полностью автоматизированной технологии выборки исходной информации, расчета прогнозов и их оценок, а также применение динамико-статистической модели процесса «Погода-урожай», разработанного во ВНИИСХМ и адаптированного в СибНИГМИ для юго-востока Западной Сибири. К числу перспективных следует отнести внедренный в 2012 году метод прогноза урожайности зерновых культур по Новосибирской области с использованием спутниковой информации и компьютерного моделирования, разработанный в Югорском НИИ информационных технологий и уточненный в Сибирском филиале ФГБУ «НИЦ «Планета». В данном методе используется принципиально новая космическая информация, позволяющая более объективно составлять прогнозы урожайности с детализацией по районам области.

Значительная работа по совершенствованию прогностических моделей проводится в сфере гидрологических прогнозов проф. Бураковым Д.А.. В 2010–2011 годах в практику гидропрогнозистов ФГБУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ» были внедрены в качестве основных разработанные им методы краткосрочного прогноза ежедневных уровней воды на реках Обь (Барнаул, Александровское), Бия (Бийск), Катунь (Сростки) с заблаговременностью до 7 суток и долгосрочного прогноза максимальных уровней на реке Томи (Междуреченск, Новокузнецк, Кемерово, Томск).

В основу краткосрочного прогноза автор использовал модель формирования стока для бассейна Оби, учитывающую как метеорологические, так и гидрологические параметры; для оценки заснеженности бассейна привлекаются спутниковые данные (КА «Terra»). Оправдываемость прогнозов довольно высокая (79–96%). Метод показал высокую надежность как в условиях экстремального (рекордного) высокого уровня весеннего половодья 2010 года, так и рекордно низкого маловодья весной 2011 и, особенно, 2012 годов.

В основу долгосрочного гидрологического прогноза автор использовал регрессионные модели, учитывающие связь максимальных уровней половодья с осенним увлажнением почв, снегнозапасами, толщиной льда, параметрами погоды весны и т.д. Уровень методических прогнозов достигает 80 % и превышает уровень оперативных прогнозов.

Внедренный в качестве консультативного метод долгосрочных прогнозов притока воды в Новосибирское водохранилище и ледовых явлений на реках бассейна Оби (автор – Еремин В.В.) при невысокой, в целом, успешности прогнозов ценен тем, что, по крайней мере, в 90 % ситуаций правильно указывает ожидаемую тенденцию аномалий гидрологического режима, что позволяет правильно консультировать различных потребителей гидрологической информации.

СЕЗОННЫЙ ПРОГНОЗ ЗИМНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВЫХ РАСЧЕТОВ МОДЕЛИ ПЛАВ ФГБУ «ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ»

Крыжов В.Н.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Прогноз на сезон с заблаговременностью один месяц выпускается в Северо-Евразийском климатическом центре в ГУ «Гидрометцентр России» на основе ансамблевого прогноза по модели ПЛАВ, разработанной в ИВМ РАН и ГУ «Гидрометцентр России». Успешность прогноза невысока, что характерно для всех сезонных прогнозов месячной заблаговременности для внетропических широт, рассчитываемых по современным моделям как в России, так и за рубежом. Для повышения успешности сезонного прогноза для Северной Евразии был разработан метод даунскейлинга на основе регрессии с вероятностной интерпретацией неопределенности прогноза, связанной с ошибками регрессии и разбросом модельного ансамбля.

Оценки мастерства даунскейлинговых прогнозов средней сезонной температуры воздуха по сравнению с климатическим прогнозом проводились для 70 станций бывшего СССР на основе исторических прогнозов для зим 1979/80 – 2003/04 гг. (25 лет) и прогнозов, выпущенных в реальном времени, для зим 2006/07 – 2010/11 гг. (5 лет). Эти оценки сравнивались с оценками успешности прогнозов, интерполированных из узлов модельного прогноза - вершин трапецоида, в который попала станция, с весами, обратно пропорциональными расстояниям от станции до узлов.

Мастерство исторических прогнозов средней зимней температуры воздуха по сравнению с климатическими оценивалось с использованием показателя мастерства вероятностных прогнозов ранжированных категорий (RPSS). Статистическая значимость оценок определялась методом Монте-Карло. Пороговые значения RPSS 0.16, 0.08 и 0.04 примерно соответствуют односторонним уровням значимости 0.5%, 2.5% и 5%, соответственно; RPSS = 0 соответствует равной успешности тестируемого и климатического прогнозов, а значения RPSS < 0 свидетельствуют о превосходстве климатического прогноза.

Число станций, для которых оценки RPSS даунскейлинговых прогнозов значимы на 2.5% уровне, равно 32. Вероятность случайного получения такого числа статистически значимых оценок RPSS менее 0.001. Для интерполированных прогнозов число станций с оценками RPSS, превышающими 2.5% уровень, равно 10. Вероятность случайного получения – 4.9% (в одностороннем тесте). В целом же, из 70 станций даунскейлинговые прогнозы успешнее климатических (RPSS > 0) для 48 станций, а интерполированные прогнозы – для 30 станций. Таким образом, по оценкам исторических прогнозов можно сделать вывод о превосходстве даунскейлинговых прогнозов над интерполированными.

Для пятилетних рядов прогнозов в реальном времени односторонним уровням значимости 0.5%, 2.5% и 5% примерно соответствуют пороговые значения RPSS 0.51, 0.38 и 0.30. Для интерполированных прогнозов оценки значимы на 2.5% уровне только для трех станций, а для даунскейлинговых прогнозов – для 24 станций (вероятность случайного получения такого количества значимых оценок равна 34% и 1%, соответственно).

Таким образом, даунскейлинговые прогнозы демонстрируют большую успешность, чем интерполированные и по историческим прогнозам, и по прогнозам в реальном времени. То есть, применение даунскейлинга выводит успешность прогнозов средней сезонной температуры на станциях на тот уровень, который делает целесообразным практическое применение этих прогнозов.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ, ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Кузьмин В.А., Тимофеева Л.А., Коротыгина У.Е., Шеманаев К.В., Белаш Е.А., Спирихин А.И.
ФГБОУВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (РГГМУ), Российская Федерация

В настоящее время в Российском государственном гидрометеорологическом университете разрабатывается целый ряд автоматизированных систем и технологий специализированного гидрологического обеспечения различных отраслей экономики РФ и других стран, а также частных и государственных компаний, испытывающих необходимость в специфической гидрометеорологической информации.

Основными компонентами этих систем и технологий, стратегически ориентированных на повышение экономической эффективности гидрометеорологического обеспечения, являются следующие подсистемы:

- Подсистема комплексного использования разнородных данных – «выхода» гидродинамических моделей погоды (например, HIRLAM и WRF), данных спутникового и радарного зондирования, а также наземных наблюдений Росгидромета и отраслевых (или корпоративных) сетей гидрометеорологических наблюдений потребителя, – позволяющая сформировать «вход» прогностических гидрологических моделей;

- Подсистема двухуровневого прогнозирования опасных гидрологических явлений (ОГЯ), в частности, паводков и половодий, включающая модули фонового прогнозирования рисков и уточнённого прогнозирования стока на тех водосборах, на которых возможно формирование ОГЯ;

- Подсистема автоматизированной принятия управленческих решений на основе информации о фактическом и ожидаемом состоянии окружающей среды (технология «Predefined Decision»);

- Подсистема автоматической диссеминации гидрометеорологической информации.

Практическое внедрение и дальнейшая коммерциализация разрабатываемых систем и технологий позволит повысить экономическую эффективность и социальную значимость гидрометеорологического обеспечения Российской Федерации.

Представленные исследования выполнены в Российском государственном гидрометеорологическом университете в рамках гранта Правительства РФ (Договор №11.G34.31.0078) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых.

АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПОГОДА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ЗИМОЙ 2012 ГОДА

Лапина С.Н.
Саратовский государственный университет, Российская Федерация

Аномальные условия погоды зимой 2012 г., обусловленные сложившимися циркуляционными условиями, отмечались на всей территории Европейской России и Западной Европы.

Минимальные температуры воздуха опускались до -25° ... -30° , а в отдельных районах до -35° и были обусловлены устойчивым блокирующим антициклоном, который в течение трех недель располагался над севером России.

Формирование этого антициклона связано с Азиатским максимумом, западный отрог которого в третьей декаде января стал распространяться на северо-восточные районы ЕТР, верхнюю и среднюю Волгу. Повсеместно восточнее 45° меридиана росло атмосферное давление, а температура понижалась. За счет арктических вхождений отрог усиливался, расширяясь по площади.

К 25 января в районе Сыктывкара оформился самостоятельный центр с давлением 1054 гПа, так, что 28 января вся территория Европейской России от Баренцева моря до Каспийского находилась под влиянием обширного антициклона, а его западный гребень занял Скандинавию и большую часть Западной Европы.

В то же время активизировалась деятельность Азорского антициклона, один из высотных гребней которого стал распространяться широтно на восток, заняв Скандинавию и север России.

Усиливающийся рост давления у поверхности Земли способствовал расширению антициклональной области по площади с образованием отдельных самостоятельных очагов. Имел место феномен «мерцательной амплитуды» как по интенсивности, так и по местоположению образующихся в процессе слияния самостоятельных антициклонических центров.

Под влиянием антициклона с центром у г. Ханты-Мансийск находились арктическое побережье Сибири, вся Европейская Россия, север Западной Европы. Поскольку в верхней тропосфере наблюдалась адвекция антициклонической завихренности, способствующая росту H500, имел место ярко выраженный блокинговый процесс.

Этот антициклон с квазивертикальной осью прослеживался до высоты более 9 км и полностью блокировал западно-восточный перенос атлантических масс воздуха. Радиационное выхолаживание в условиях малооблачной погоды вызвало значительное понижение температуры в приземном слое воздуха на обширной территории.

Антициклонический процесс в январе-феврале 2012 больше по своей генетике арктический, чем азиатский, по масштабам воздействия и распространения на запад является экстремальным.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА РЕКАХ УЗБЕКИСТАНА

Мамаджанова Г.А.
Центр гидрометеорологической Службы
при Кабинете Министров Республики Узбекистан (Узгидромет), Узбекистан

Селевые потоки наряду с другими горно-разрушительными процессами: оползнями, обвалами, снежными лавинами, по мере освоения предгорных территорий, представляют все большую угрозу для человека и объектов его деятельности. Селевые потоки зарождаются практически внезапно и за короткие промежутки времени (исчисляемые зачастую десятками минут) разрушают мосты, дороги, водозаборные сооружения, гидроэлектростанции, заносят речными наносами каналы и поля, разрушают дома и нередко приводят к человеческим жертвам.

Селеактивные районы Узбекистана имеют свои характерные физико-географические особенности. На территории Узбекистана можно выделить пять районов с активной селевой деятельностью: Ферганская и Зеравшанская долины, бассейны рек Сурхандарья, Кашкадарья и Чирчик-Ахангарана.

В Справочнике «Селевые потоки Узбекистана» на 2005 г. зарегистрировано 466 селеактивных водотока, в частности по Ферганской долине и Чирчик-Ахангаранском бассейне более 120 селевых водотоков. В данной статье рассматриваются условия возникновения селевых паводков в нескольких небольших реках и саях, расположенных в различных частях Чирчик-Ахангаранского бассейна и Ферганской долины.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВТОРЯЕМОСТИ ФОРМ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ И МИНИМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА

Мартышкин А.Б., Чернокалова Н.Н.
Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация

Природа активных образований на Солнце и причина их периодичности начинают выясняться только в последнее время. Картина еще не вполне ясна в деталях, некоторые положения не всегда надежны, и часть представлений может измениться в будущем. Тем не менее, различные проявления солнечной активности уже можно рассматривать как единый процесс, связанный с жизнью Солнца. [1].

Целью настоящей работы является проведение сравнительного анализа синоптических процессов в годы с минимальными и максимальными параметрами активности Солнца. В качестве характеристики активности солнца использовался универсальный параметр Число Вольфа. На основе анализа зависимости чисел Вольфа в различные годы можно сделать выводы, что два ближайших максимума активности Солнца приходились на 2011, 2001 годы, два минимума – на 2006, 1996 годы.

Для исследования взаимосвязи параметров активности Солнца и циркуляцией атмосферы Земли проведен расчет повторяемостей основных форм атмосферной циркуляции предложенных Гирсом А.А.: западной (W), восточной (E) и меридиональной (C). Процессы западной формы характеризуются развитием зональных составляющих циркуляции и быстрым смещением барических образований с запада на восток. При развитии меридиональных форм циркуляции, когда формируются стационарные волны большой амплитуды, наблюдаются процессы форм E и C.

На основе анализа проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В годы с максимумом солнечной активности преобладает меридиональная циркуляция с повторяемостью 42-44%. Минимум повторяемости (20-25%) приходится на процессы западной формы циркуляции.
2. В годы с минимумом солнечной активности чаще всего отмечается зональная циркуляция атмосферы с повторяемостью 35-40%, при этом на меридиональную циркуляцию приходится 22-25%.
3. Восточная форма циркуляции встречается примерно равное количество раз во все годы, то есть ее повторяемость не зависит от активности Солнца.

В годы минимума солнечной активности преобладание зональной циркуляции обеспечивает циклоническую деятельность в умеренных широтах с преобладающими траекториями перемещения с запада на восток с незначительными отклонениями к северу и югу. При этом в Северном полушарии отмечается относительно спокойная погода, соответствующая обычным климатическим нормам. При максимальной активности Солнца над Западной Европой и ЕТР преобладает антициклоническая циркуляция. При этом время существования антициклонов довольно продолжительное и очень часто антициклоны приобретают блокирующие свойства. В годы максимума происходит интенсивный обмен воздушными массами между тропическими и полярными районами.

Теплый воздух заходит далеко на север, а холодный на юг. Погода становится неустойчивой, а атмосферные явления приобретают иногда весьма бурный характер.

Таким образом, на основе учета периодичности солнечной активности целесообразно прогнозировать циркуляционные условия в нижней и средней тропосфере, на основании которой в свою очередь можно прогнозировать метеорологические условия, характерные для каждой синоптической ситуации.

Список использованных источников:

1. Витинский Ю.В. Солнечная активность. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 192 с.

КРАТКОСРОЧНЫЙ И ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ УРОВНЯ ОЗЕРА СЕВАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Мисакян А.Э., Варданян Л.Р., Азизян Л.В.
«Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу»,
Республика Армения

Озеро Севан является естественным водоемом с высококачественной пресной водой и для РА является приоритетным, стратегически важным природным ресурсом. К сожалению, начиная с тридцатых годов, вследствие интенсивного и не рационального использования вод озера Севан, нарушился его баланс, приведший к ряду негативных последствий, для решения которых были внесены изменения в законодательство и с целью доведения уровня озера до оптимальной отметки 1903.5м, было начато строительство и эксплуатация водохозяйственных объектов, в частности, тоннелей Арпа-Севан и Воротан-Арпа.

С этой точки зрения очень важны краткосрочные (внутригодовой) и долгосрочные прогнозы изменения уровня озера в условиях глобального изменения климата.

Целью статьи является разработка многофакторных корреляционных связей между изменением уровня озера во время весеннего половодья и в течении года и наблюдаемыми данными атмосферных осадков, температуры воздуха метеорологическими станциями бассейна озера, а также оценка уязвимости активной водоотдачи озера, как взаимозависимости между основными элементами водного баланса в условиях изменения климата.

В данной статье полученные связи полностью удовлетворяют необходимым условиям для выпуска прогноза и могут использоваться в оперативной работе.

Для сохранения и эффективного использования водных ресурсов озера Севан и его бассейна, а также повышения его уровня крайне важны уточнения водного баланса в настоящем и его оценка в будущем. Динамическим показателем годовых водных ресурсов озера Севан является его активная водоотдача, величина которой обусловлена климатическими условиями региона, а также высотой его уровня. Для оценки и прогнозирования изменения климата были использованы результаты региональной климатической модели PRECIS (Англия) по сценарию выбросов A2. По модели сценария A2, вследствие глобального потепления, на всей территории Армении будет наблюдаться большой рост температуры, в частности, в бассейне озера Севан до 2030 года прогнозируется повышение температуры на 1.50 С и уменьшение осадков на 3.3%. Используя этот сценарий оценивается уязвимость активной водоотдачи озера.

О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Морозова С.В.
Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского,
кафедра метеорологии и климатологии, Российская Федерация

Проблема долгосрочного прогнозирования погоды, несмотря на значительный информационно-технический прогресс в области гидрометеорологии, остаётся по-прежнему далека от разрешения. Внедрение новых и новейших технологий в практику оперативного прогнозирования позволило существенно повысить оправдываемость прогнозов краткосрочных, чего нельзя сказать о прогнозах на более длительный срок. Оправдываемость краткосрочных прогнозов превышает оправдываемость долгосрочных на 30–35%. Безусловно, такой разрыв объясняется принципиальными различиями в причинах короткопериодных и долговременных изменений циркуляции и, соответственно, погоды. Если при краткосрочном прогнозировании процессы можно считать адиабатическими, то при прогнозе долгосрочном неадиабатичность выступает главным фактором изменения погоды. Длительные изменения атмосферной циркуляции происходят под влиянием внешних по отношению к атмосфере источников и стоков тепла. Существующие методы долгосрочного прогнозирования довольно сильно упрощают реально текущие природные процессы и далеко не всегда адекватны происходящим в атмосфере преобразованиям атмосферной циркуляции. Однако, постоянно возрастающая заинтересованность потребителей в информации о погоде на срок более двух суток заставляет продолжать работу по совершенствованию старых и разработке новых методов и приёмов долгосрочного прогнозирования.

Регулярно составляющиеся официальные долгосрочные прогнозы погоды на месяц Гидрометцентра Российской Федерации несут информацию о среднемесячных аномалиях главных характеристик погоды – температуры и осадков. Однако прогноз аномалий далеко не всегда удовлетворяет потребителей прогностической гидрометеорологической продукции. При одной и той же аномалии распределение и температуры, и осадков внутри месяца может быть совершенно различным. Поэтому одним из путей повышения информативности долгосрочных прогнозов погоды может быть прогнозирование не среднемесячных и среднесезонных аномалий, а экстремумов метеорологических величин, прогностическая ценность которых гораздо выше по сравнению с прогнозами аномалий.

На кафедре метеорологии и климатологии СГУ оперативно составляются долгосрочные прогнозы хода элементов погоды в течение месяца по методу проф. В.Ф.Мартазиновой. Метод позволяет прогнозировать экстремумы температуры воздуха и периоды выпадения осадков с месячной заблаговременностью по способу «плавающий аналог» (Мартозинова и др. 1986, 1991).

Расчётная схема составления прогноза состоит из трёх основных блоков. Первый блок – блок ввода исходных данных. Второй блок рабочий. Здесь проводится отыскание аналоговых полей. Третий блок – составление прогноза. Определяются даты резких перепадов температуры воздуха и периодов выпадения осадков. Оперативные испытания показали, что оправдываемость прогнозов волн тепла и холода на зависимом материале составила 71 %, на независимом - 67%. Средняя оправдываемость метода составляет 69%, что является довольно успешным, учитывая очень жесткий критерий оправдываемости волн и влажных периодов. При проверке прогноза волна тепла (холода) считалась оправдавшейся, если пик волны либо совпадал с днём прогноза,

либо отстоял от него не более, чем на два дня. Все остальные случаи относятся к неоправдавшимся. Аналогично оценивается оправдываемость дней с осадками.

К сожалению, сравнить оправдываемость данного метода с другими методическими прогнозами хода элементов погоды в течение месяца не представляется возможным, так как оправдываемости прогнозов погоды на месяц, размещённых на сайте Гис-метео Гидрометцентра РФ, в свободном доступе не имеется. Сравнение данного методического прогноза с инерционными, климатическими и случайными показало, что его оправдываемость оказалась значительно выше, чем всех вышеперечисленных на 20%, 10% и 15% соответственно (Морозова, 2001).

Список использованных источников:

1. Мартазинова В.Ф., Младина Л.В. Способ детализированного прогноза погоды на месяц по методу «плавающий аналог» // Тр. УкрНИГМИ. 1989. Вып. 223. С.83-86.
2. Мартазинова В.Ф., Мельник Н.П., Радченко Т.Э. Детализированный прогноз осадков на два месяца по способу «плавающий аналог» для территории Украины // Тр. УкрНИГМИ. 1991. Вып.239. С. 69-74.
3. Морозова С.В. Исследования волн тепла и холода для долгосрочного прогноза резких изменений температуры воздуха в течение месяца / Автореферат дисс. на соиск уч. ст. канд. географич наук. Изд-во Сарат. ун-та. Саратов.2001. 24 с.

ГЕНЕРАЦИЯ ДОСТУПНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ВСЛЕДСТВИИ ПРИТОКА ДЛИННОВОЛНОВОЙ РАДИАЦИИ В ЦИКЛОНАХ УМЕРЕННЫХ ШИРОТ

Москалёва О.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация

В настоящее время активно развивается энергетический подход к изучению атмосферных процессов. Такой подход обеспечивает единую шкалу при оценке вклада изучаемых процессов в развитие общей циркуляции атмосферы, а также успешно применяется в численных моделях.

Необходимость численного способа нахождения характеристик притока длинноволновой радиации продиктована сложностью и большой погрешностью непосредственных измерений, недостаточной плотностью наблюдений, как по территории, так и по высоте. Были привлечены данные реанализа ERA-interim с сайта Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF), включающие распределения массовой доли водяного пара (кг/кг), температуры (К), геопотенциала (m^2/c^2), степень покрытия облаками (баллы/10) по заданному полигону ($70,5^\circ$ – 45° с.ш. и 24° – 66° в.д.) на 19 стандартных изобарических поверхностях от 100 до 1000 гПа через 50 гПа за сроки 00, 06, 12, 18 ч UTC с шагом сетки по горизонтали $1,5 \times 1,5^\circ$. Количество исходных точек составляло $18 \times 29 \times 19$ за один временной срез.

За период 2008–2011 гг. были выбраны синоптические ситуации, связанные с циклонами, которые являются важнейшими метеорологическими образованиями в системе общей циркуляции атмосферы. Они связаны с атмосферными фронтами, облачными системами и осадками, оказывающими существенное влияние на деятельность многих хозяйственных организаций. Описание погодных условий проводилось с привлечением синоптических карт ФГБУ «Пермский ЦГМС».

Генерация доступной потенциальной энергии (ДПЭ) была рассчитана на основе притока длинноволновой радиации. Максимальные значения генерации ДПЭ достигали порядка 10^1 Вт/ m^2 , минимальные -10^1 Вт/ m^2 , средние значения генерации ДПЭ изменяются в пределах от -10^{-1} до -10^{-2} Вт/ m^2 . Число положительных значений составило менее 1% случаев, из чего следует, что на всех уровнях атмосферы происходит диссипация ДПЭ за счет длинноволновой радиации. Чем ближе рассматриваемый слой атмосферы к земной поверхности, тем меньше приток длинноволновой радиации к этому слою. От начальной стадии циклона до стадии заполнения происходит постепенное увеличение генерации ДПЭ в среднем на 40%. Причем в этот рост существенный вклад вносит увеличение генерации ДПЭ в нижней (950–1000 гПа) и верхней частях пограничного слоя (850–950 гПа), тогда как в средней и верхней тропосфере изменения генерации ДПЭ от стадии к стадии незначительны. Это является следствием неравномерного распределения поглотителей в атмосфере, и если содержание углекислого газа с высотой практически не изменяется, то максимум содержания водяного пара приходится как раз на пограничный слой атмосферы. Максимальные значения генерации ДПЭ наблюдаются в слоях 950–1000 гПа и 500–700 гПа, причем в слое 500–700 гПа она менее всего изменчива, это позволяет предположить, что данный слой наиболее однороден по содержанию водяного пара и распределению температурных градиентов. Это подтверждается тем, что данный слой находится выше пограничного слоя и чаще всего является облачным.

Представленная методика расчета генерации ДПЭ может быть использована для прогноза возникновения барических образований.

СОВМЕСТНЫЕ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, РАЗРАБОТАННЫЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ, ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ

Полищук А.И., Рябов Д.А.
Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр»
Республика Беларусь

Своевременные предупреждения об опасных метеорологических явлениях с целью снижения угрозы жизни людей и минимизации ущерба экономики являются первостепенной задачей гидрометеорологической службы Беларуси. При подготовке предупреждений об опасных явлениях используются различные совместные новые технологии.

В РГМЦ на базе современной глобальной численной модели Гидрометцентра России внедрена в оперативную практику технология региональной численной модели на 48 часов вперед, адаптированная для территории Беларуси. Проводилась работа по созданию компьютерной технологии краткосрочного прогноза (на 12–18 часов вперед) опасных явлений, связанных с зонами активной конвекции (сильных ливней и шквалов) по методу Алексеевой.

Применяются данные оперативной численной схемы прогноза приземной температуры и количества осадков заблаговременностью до 72–120 ч по городам Республики Беларусь методом разрабатываемой Багровым А.Н. Организована передача в РГМЦ РБ продукции мезомасштабной модели COSMO-RU/7 км и её использование в прогностических подразделениях Беларуси. Используется Мезомасштабная модель, автор Д.Я.Прессман, ГМЦ России. При подготовке прогностической гидрометеорологической продукции используются графики прогноза сглаженного хода среднесуточной температуры воздуха на месяц.

В отделе метпрогнозов используются прогностические значения глобальной модели UM (Unified Model) гидрометеослужбы Великобритании, заблаговременность для температуры составляет 144 часа и для осадков 120 часов. Прогностические данные в коде GRIB распределяются Метеорологическим бюро Великобритании на FTP-сервер. Используя эти данные дополнительно проводится расчет грозы по Вайтингу и Решетову, гололеда по Ягудину.

В РГМЦ действует автоматическая информационная система штормовых оповещений, поступающих с сети метеонаблюдений в коде WAREP с отображением в расшифрованном виде на мониторе компьютера, а также в виде светового сигнала на специальной штормовой карте в режиме реального времени. Принципиально новым для нас техническим средством явилась система «Варяг» и «Метеогамма», позволяющие анализировать облачность по данным спутников серии NOAA.

Создан и проходит адаптацию программный комплекс обработки гидрометеорологической информации PROMETEI. Разработана и установлена новая версия системы визуализации гидрометеорологических данных «Изограф», включающая новые разработанные программные возможности и переработанную документацию.

Конкретная отдача от использования методов и технологий, разработанных для заблаговременного прогнозирования опасных явлений погоды позволила: увеличилась заблаговременность штормовых предупреждений при средней оправдываемости предупреждений об опасных явлениях – 96%; количество потребителей и объем подготавливаемой информации за последние 5 лет выросло в 2 раза, а сумма доходов, полученных за счет специализированного гидрометеоро-

рологического обеспечения возросла в 5 раз; кардинально изменилась и технология доведения информации до потребителей: широко используется электронная почта, а также система Venta-fax; современные технические средства позволили изменить дизайн современной гидрометеорологической продукции, что играет немаловажную роль для правильного восприятия прогностической информации, особенно предупреждений об опасных явлениях. Разработаны и внедрены новые виды услуг для населения: изготовление Паспортов погоды и вещание по автоответчику погоды, наряду с прогнозами, медицинских рекомендаций для метеозависимых людей.

Совместное сотрудничество обогащает специалистов служб научными знаниями об особенностях развития и предсказания погодных процессов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ДВУХПОЛЯРИЗАЦИОННОГО РАДАРА ДЛЯ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ

Поморцева А.А., Калинин Н.А., Ветров А.Л.
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация

Последствия проявления конвективных процессов в умеренных широтах в последние годы все чаще приобретают опасный и даже катастрофический характер. При этом, опасные явления погоды, связанные с атмосферной конвекцией, в настоящее время во всем мире остаются самыми сложными для прогнозирования. Не до конца изучены условия и механизмы их возникновения и эволюции, нет четкой классификации систем конвекции и концепции жизненного цикла конвективных систем (КС).

Целью данного исследования является изучение структуры и физических характеристик линий шквалов (линий неустойчивости) для их диагноза и прогноза. Для этого предполагается произвести исследование конвективных систем в штормоопасном районе Предуралья, выявить закономерности в эволюции КС, на основе которых разработать физические основы методов текущего прогноза конвективных явлений (ливней, гроз, града, шквала). Для проведения исследования в районе с активной грозовой деятельностью будет разбит полигон, оборудованный передвижным доплеровским метеорологическим радиолокатором, системой датчиков облаков и осадков, плювиографов и грозоотметчиков.

Полученные данные радиолокационного зондирования атмосферы будут подвергнуты традиционному анализу для выявления структурной организации конвективных систем, сопоставлению скорости и направления их перемещения с циркуляцией в пограничном слое атмосферы и местными физико-географическими особенностями территории. Далее будет выполнена классификация конвективных систем с учетом их морфологии, эволюции и кинематики, что позволит выделить системы с региональными особенностями форм и стадий их развития для целей текущего прогнозирования. Выявленные закономерности будут положены в основу квазидвухмерной модели конвективного облака на стадии зрелости, которая в зависимости от предшествующей эволюции будет описывать дальнейшее поведение системы.

СИЛЬНЫЕ И ОЧЕНЬ СИЛЬНЫЕ СНЕГОПАДЫ: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИХ ПРОГНОЗА

Попова Е.В.
Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация

В работе рассмотрены условия формирования и пространственно-временное распределение сильных и очень сильных снегопадов в Пермском крае, изучение которых имеет важное практическое значение для всех отраслей экономики, особенно для сельского хозяйства, строительства и транспорта.

Осадки в холодное время года по территории Пермского края осредненные за период 1980—2010 гг. составляют 25—35% годовых сумм, увеличиваясь юго-запада на северо-восток от 150 до 340 мм. Наблюдается тенденция к увеличению доли осадков, выпавших за холодный период. Так, в последнее десятилетие количество зимних осадков составляет 28—41% годовых сумм, изменяясь от 160 до 350 мм.

Очень сильный снегопад отмечался на 56% территории Пермского края, фиксировался на 24 метеорологических станциях (МС) и постах. Распределение снегопадов по территории края характеризуется некоторыми особенностями, связанными с географическим положением и строением рельефа. Большая часть случаев (75%) зарегистрирована на МС, расположенных на востоке края, причем 44% случаев приходится на МС, находящиеся в горно-восточном районе. За период исследования очень сильный снегопад наблюдался в течение 26 дней (за день с явлением принят день, когда явление было зарегистрировано на одной или нескольких метеостанциях; одно явление, продолжающееся 36—48 часов, рассматривалось 1 раз). На МС Кунгур 6 июня 1995 г. зафиксирован очень сильный мокрый снег в количестве 35,0 мм за 12 часов. Остальные случаи наблюдались в холодное время года. Максимальное число дней с очень сильными снегопадами приходится на ноябрь (31%), минимальное — на февраль (4%). В течение последних десяти зим очень сильные снегопады отмечались на 5 МС (16% от общего числа случаев): 16 ноября 2000 г. на МС Березники зарегистрировано выпадение снега в количестве 20,2 мм, 2 декабря 2000 г. на МС Верещагино — 22,1 мм, 16 марта 2002 г. на МС Добрянка — 24,6 мм, 4 ноября 2002 г. на МС Чермоз — 20,8 мм, 23 апреля 2009 г. на МС Губаха — 31,1 мм — максимальное количество выпавшего снега за последние 30 зим. Данное количество выпавших осадков составляет 42—95% месячной нормы.

Анализ синоптических ситуаций, при которых отмечалось выпадение очень сильного снега на территории Пермского края, показал, что наиболее благоприятным барическим полем является поле пониженного атмосферного давления. Так, очень сильный снег отмечается в период с октября по апрель в 28% случаев при прохождении через территорию исследования глубоких циклонов, смещающихся преимущественно с запада (70%), а в 62% под влиянием молодых циклонов с интенсивными вертикальными движениями и системой атмосферных фронтов с хорошо оформленной волной. Значительно реже (10%) очень сильные снегопады отмечаются в глубоких ложбинах и седловинах с волновыми фронтами. Очень сильные снегопады связаны с основными фронтами, причем они в 3 раза чаще наблюдаются при прохождении теплых фронтов, чем холодных. В случае прохождения холодных фронтов снегопады, как правило, наблюдаются на вершинах волн.

Предупреждение сильных и очень сильных снегопадов с достаточной точностью и заблаговременностью остается одной из сложных и актуальных задач. В оперативной работе отдела метеоро-

логических прогнозов ФГБУ «Пермский ЦГМС» для прогноза осадков используется синоптический метод, который является основным, и дополнительный — ансамблевый (с декабря 2009 г.), расчет которого производится по Перми. Холодный период 2010 г рассмотрен в качестве примера оценки успешности каждого из методов. Очень сильный снег в Перми — явление крайне редкое — 2 случая за 30 зим, а в последние 10 зим не отмечался вовсе. Остается возможность рассмотрения случаев только с сильными снегопадами, которые значительно затрудняли или препятствовали деятельности отдельных отраслей экономики: автотранспорту и дорожному хозяйству, коммунальному хозяйству, строительству, электрическим системам. В холодный период 2010 г. в Перми зафиксировано 9 случаев сильных снегопадов (4 в ноябре и 5 в декабре) с интенсивностью 6—9 мм за 12 часов, которые были связаны с теплым фронтом и центром циклона. Оправдываемость суточного прогноза данных снегопадов синоптическим методом составила 78%, ансамблевым значительно хуже — 58%. Во всех случаях оба метода прогнозировали осадки меньшего количества, чем было по факту. Таким образом, совершенствование методов прогноза сильных и очень сильных снегопадов значимо для Пермского края, так как данные явления наблюдаются ежегодно, а надежные методы прогноза количества осадков до сих пор отсутствуют.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ СПЕКТРОРАДИОМЕТРА MODIS И АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Разумова О.В., Кречетова С.Ю.*

Национальный Исследовательский Томский Государственный Университет,
Российская Федерация

*Горно-Алтайский Государственный Университет, Российская Федерация

Одной из актуальных задач метеорологии являются выявление природы опасных явлений погоды, связанных с зонами активной конвекции, исследование их повторяемости, условий возникновения и прогнозирования. Опасные явления погоды, наносят большой вред человеку и его экономической деятельности и создают большую угрозу устойчивому развитию экономики стран. На территории России ОЯ (опасные явления погоды) — это основной метеорологический источник природно-техногенных бедствий и катастроф. Актуальность решения этой задачи подтверждают фактические данные об ущербе, причиняемом отраслям экономики конвективными опасными явлениями, ущерб от которых исчисляется миллиардами рублей и влечет за собой человеческие жертвы [1].

Трудности прогноза развития опасных конвективных явлений обусловлены тем, что пороговые значения энергии неустойчивости или других, характеризующих атмосферу величин, начиная с которых с той или иной вероятностью развиваются опасные конвективные явления, зависят от местных условий.

Цель настоящей работы заключается в сравнении данных радиозондирования атмосферы [2] и данных спектрорадиометра MODIS [3] за 16 июля 2011 года, когда наблюдалась гроза на аэрологической станции Колпашево.

Материалом для исследований послужили данные аэрологического зондирования на станции Колпашево в срок 00 и 12 часов ВСВ (всемирное скоординированное время) в дни, когда над территорией Западной Сибири наблюдалась гроза. Сравнивались значения индексов LIFT и TOTL.

Lifted index (LIFT) описывает латентную нестабильность атмосферы и интенсивность развития конвективных вертикальных движений определяется, в основном, стратификацией температуры воздуха.

$$LIFT = T_{500} - T_{Parsell} \quad (1)$$

Индекс TOTL оценивает как статическую стабильность, так и влажность на уровне 850 гПа:

$$TOTL = (T_{850} - T_{500}) + (TD_{850} - T_{500}) \quad (2)$$

Для прогноза нестабильности атмосферы и гроз по спектрорадиометру MODIS используются индекс LI и индекс TT.

В ходе выполнения работы была определена схема получения данных продукта MOD07_L2 для точки с заданной координатой (станция Колпашево) с помощью программ HEG и ГИС Grass 6.4.

Проведен первичный сравнительный анализ индексов TT и Li продукта MOD07_L2 и аэрологического зондирования за 16 июля 2011 года для станции Колпашево, когда регистрировалась гроза. В целом средние значения сравниваемых индексов не имеют статистически значимых различий. Полученные результаты позволяют предполагать, что данные спектрометра MODIS являются перспективными для их использования в методике альтернативного прогноза опасных конвективных явлений. Для подтверждения полученных результатов необходимо существенное увеличение объема выборки.

Литература:

1. Бедрицкий А. И. Опасные гидрометеорологические явления, вызываемые ветром, и их влияние на экономику России / А. И. Бедрицкий, Коршунов, Н. Н. Коршунова, В. И. Ламанов, М. З. Шаймарданов // Метеорология и гидрология. – 2001. – № 9. – С. 5–16
2. University of Wyoming (Department of Atmospheric Science) [Электронный ресурс]: URL: <http://www.weather.uwyo.edu>
3. Reverb/ECHO [Электронный ресурс]: URL: http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/MOD07_L2/index.html.

ОПЕРАТИВНАЯ СИСТЕМА COSMO-RU КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ С ШАГОМ СЕТКИ 7 КМ НА ОСНОВЕ НЕГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ И ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

**Ривин Г.С., Розинкина И.А., Блинов Д.В., Перов В.Л., Алферов Д.Ю., Казакова Е.В., Шатунова М.В., Чумаков М.М.,
ФБГУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация
Суркова Г.В., Кирсанов А.В., Ревокатова А.П., Сапунцова Е.В.
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Российская Федерация**

Начиная с сентября 2009 г. на суперкомпьютере SGI Altix4700 ФГБУ «Главный вычислительный центр Росгидромета» на базе негидростатической модели COSMO одноименного метеорологического консорциума функционирует разработанная в ФБГУ «Гидрометцентр России» технология выпуска мезомасштабных гидродинамических прогнозов погоды по территории Центральной и Восточной Европы, Урала и части Западной Сибири. Эта территория простирается с запада на восток от Франции до Новосибирской области и с севера на юг от Новой Земли до Ливана. По правилам консорциума COSMO, в который Росгидромет вошел в качестве полноправного члена в сентябре 2009 г., Немецкая служба погоды (DWD) ежедневно 4 раза в сутки в оперативном режиме предоставляет ФГБУ «Гидрометцентр России» начальные и боковые граничные условия из своей системы глобального моделирования GME, необходимые для интегрирования мезомасштабной модели. С 29 февраля 2012 г. глобальная модель GME имеет горизонтальный шаг сетки 20 км и 60 уровней по вертикали.

В 2010–2011 гг. в ФГБУ «Гидрометцентр России» были проведены оперативные испытания системы COSMO-RU для области интегрирования с горизонтальным шагом сетки 7 км, имеющей 40 уровней в атмосфере (высота верхнего уровня равна примерно 23 км), 7 уровней в почве (глубина нижнего уровня равна 7,29 м) и 720 x 600 узлов на каждом уровне. В дальнейшем этот вариант системы обозначают COSMO-RU07. Рассмотрев результаты оперативных испытаний моделей атмосферы, развиваемых и используемых в Гидрометцентре России, которые показали, что по своим характеристикам эти модели находятся на современном международном уровне, на своем заседании от 13 апреля 2011 г. Центральная методическая комиссия по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета рекомендовала ФГБУ «Гидрометцентр России»:

– внедрить в оперативную практику в качестве базовой модель COSMO-RU07 для численного прогнозирования следующих метеорологических величин (полей и метеограмм): осадков, температуры и влажности воздуха, фонового приземного ветра;

– подготовить технологию распространения прогностической продукции модели COSMO-RU07 в прогностические подразделения УГМС / ЦГМС.

В настоящее время система краткосрочного прогноза погоды COSMO-RU07 использует версию 4.21 модели COSMO (от 6 декабря 2011 г.) и версию 1.18 препроцессинга (от 11 марта 2011 г.). Результаты прогноза погоды системы COSMO-RU07 в виде карт (порядка 3000 в сутки) и метеограмм (примерно 1000 в сутки) через 3 ч 30 мин после срока наблюдения передаются пользователям.

Для территории Центрального и части Южного федеральных округов в оперативном режиме используется вариант системы COSMO-RU с сеткой, содержащей 420x470x50 узлов и шагом 2,2 км. В Западно-Сибирском региональном вычислительном центре (г. Новосибирск) на вычислительной

системе G-Scale S4700 в оперативном режиме работает вариант системы COSMO-RU с сеткой из 360x280x40 узлов и шагом 14 км для территории Урала и Сибири.

На сайтах <http://www.meteoinfo.ru/sm-forc-maps> и <http://www.meteoinfo.ru/-cosmo-ru> (ФГБУ «Гидрометцентр России») и <http://sibnigmi.ru/cgi-bin/inst/index.pl?5&2> (СибНИГМИ) ежедневно в виде карт и метеограмм приводится часть прогнозов системы COSMO-RU.

В докладе предполагается описать и обсудить:

1. работу по развитию системы COSMO-RU (см. [1–2] и приведенные там ссылки);
2. план работы на ближайшие годы с учетом подготовки к метеорологическому обслуживанию Олимпиады «Сочи-2014» и Универсиады 2013 в Казани;
3. возможность использования прогнозов системы COSMO-RU в рамках Межгосударственного совета по гидрометеорологии государств-участников Содружества Независимых государств.

Список использованных источников:

1. Ревокатова А.П., Суркова Г.В., Кирсанов А.А., Ривин Г.С. Прогноз загрязнения атмосферы Московского региона с помощью модели COSMO-ART // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2012, – № 4. – С. 25–33.
2. Труды Гидрометцентра России. Гидрометеорологические прогнозы / под ред. Ривина Г.С., Розинкиной И.А. – 2011. – Вып. 346. – 188 с.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ CORSO И ЕГО ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО КОНСОЛИДАЦИИ ОПЕРАТИВНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ КОНСОРЦИУМА COSMO ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗИМНЕЙ ОЛИМПИАДЫ «СОЧИ-2014»

Розинкина И.А., Ривин Г.С., Астахова Е.Д.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

В марте 2011 г. Руководящий комитет консорциума COSMO принял решение о подготовке специального перспективного проекта для консолидации оперативных и исследовательских работ консорциума для метеорологического обеспечения Зимней Олимпиады «Сочи-2014» и поручил российским коллегам возглавить и подготовить такой проект. Тщательная проработка и согласование набора задач и подзадач, оценки трудовых затрат, детальное изучение опыта оперативной эксплуатации технологических линий COSMO и модификаций модели в странах-участниках консорциума, а также регулярные тщательные обсуждения на заседаниях Руководящего комитета, рабочих групп, семинарах и по электронной почте позволили подготовить соответствующий проект CORSO (Consolidation of Operation and Research results for the Sochi Olympic Games, руководители проекта – Г.С. Ривин, И.А. Розинкина, ФГБУ «Гидрометцентр России»). Основной целью проекта является развитие и улучшение комплексной технологии численного краткосрочного прогноза погоды с высоким пространственным разрешением для горной местности в зимний период на базе исследований и разработок консорциума COSMO для метеорологического обеспечения Зимней Олимпиады «Сочи-2014».

Работы по проекту были начаты в ноябре 2011 года. Одним из важных свойств проекта является нацеленность полученных результатов (научных и технологических) на конкретное последующее применение в технологиях численного прогнозирования как в России, так и в странах-членах консорциума. Отметим, что значительная часть действий, предусмотренных проектом CORSO, является вкладом консорциума COSMO в инициированный ВМО проект FROST-2014 (Forecast and Research in the Olympic Sochi Testbed, руководитель проекта Д.Б. Киктев, ФГБУ «Гидрометцентр России») как участника проекта.

Выполнение проекта основано на решении трех перечисленных ниже задач, каждая из которых состоит из подзадач оперативной и исследовательской направленности:

– задача 1 (координатор – Г.С.Ривин) «COSMO-моделирование с высоким разрешением для горных регионов»:

подзадача 1.1 «Улучшение технологии детерминированного прогноза с шагом сетки 2,2 км для территории Северного Кавказа (Сочи-2014), включая оперативную поддержку»;

подзадача 1.2 «Развитие модели COSMO-So с шагом сетки 1 км».

– задача 2 (координатор – И.А. Розинкина) «Даунскейлинг и постпроцессинг для региона Сочи и приложений»:

подзадача 2.1 «Адаптация техники даунскейлинга к зимним условиям в горах и требованиям МОК»;

подзадача 2.2 «Нахождение типичных ошибок модели COSMO для типичных синоптических климатических ситуаций».

– задача 3 (координаторы – Е.Д.Астахова и Андреа Монтани) «Развитие и адаптация COSMO-EPS для Сочинского региона»:

подзадача 3.1 «Адаптация COSMO LEPS с шагом сетки 7 км к Сочинскому региону и специальным требованиям Зимней Олимпиады. Оперативные ансамблевые прогнозы для Олимпиады»;

подзадача 3.2 «Развитие и верификация COSMO-RU-LEPS с шагом сетки 2.2 км с применением начальных и граничных данных из адаптированной COSMO LEPS».

В течение первого года работ:

1. подготовлены вариант схемы "nudging" («схема подталкивания») и соответствующая технология для непрерывного усвоения данных, апробация которой в консорциуме выявила эффективность ее применения именно для горных условий;
2. выполнена адаптация системы комплексной верификации «VERSUS» к условиям сбора данных в регионе;
3. внесены изменения в модуль параметризации подстилающей поверхности TERRA;
4. развиты алгоритмы статистического постпроцессинга на основе подходов фильтра Калмана;
5. выполнены работы по организации совместной с итальянской стороной системы мезомасштабного ансамблевого моделирования.

В дальнейшем планируется апробация полученных при выполнении проекта CORSO результатов при проведении тестовых соревнований в Сочи, а также для подготовки метеорологического обеспечения Универсиады в Казани в 2013 г. Полученный опыт решения сложных задач может быть использован при взаимодействии с метеослужбами-членами Межгосударственного совета по гидрометеорологии государств-участников Содружества Независимых государств.

РАЗВИТИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ В КАЗАХСТАНЕ

Сазанова Б.А, Деева Ю. В, Ескалиева М.Т.
РГП «Казгидромет», Казахстан

В феврале 2010 года в РГП Казгидромет положено начало развитию региональных численных методов прогноза погоды. Создана группа и начаты работы по адаптации и внедрению в оперативную практику мезомасштабной модели WRF (WeatherResearchForecast). Модель WRF создана коллективом ученых Национального центра атмосферных исследований США. В ней учтены недостатки предыдущих моделей: уменьшено количество различных модулей, а также упрощена настройка оборудования. Модель WRF – гибкая и современная система моделирования атмосферы. Она учитывает конфигурацию многих компьютерных систем и поэтому является эффективной для высокопроизводительных вычислительных кластерных систем. Область применения системы WRF обширна – это прогноз погоды, моделирование текущего и будущего климата, загрязнения окружающей среды, моделирование реальных и идеализированных процессов в масштабах от сотен метров до тысяч километров.

В течение 2010-2011 гг. совершенствовался процесс прогнозирования, осуществлялся подбор оптимальных параметров, описывающих процессы подсеточного масштаба для различных сезонов года, увеличилось количество выходных метеорологических параметров и улучшилась технология процесса визуального представления данных. Расчет прогноза погоды производится по трем доменам – регионам прогнозирования с разрешением от 18 до 6 километров, с заблаговременностью прогноза до 72 часов.

В настоящее время ежедневно производится расчет поля температуры воздуха у земли и на высоте AT 850ГПа, поля общих накопленных осадков и осадков по схеме конвективной облачности (для теплого полугодия), поле приземного давления, поле приземного ветра и его порывы, прогноз горизонтальной дальности видимости у земли, поле поверхности AT500ГПа и облачности, первые заморозки в воздухе и на почве (осенью), опасная жара (летом) и опасный мороз (зимой), прогноз струйных течений на поверхности AT500ГПа. Также делается расчет метеограмм по 4 пунктам : Астана, Алматы, Кокшетау, Талды-Корган.

В ближайшем будущем планируется проводить расчеты основных метеорологических параметров для всех областей и областных центров Казахстана с заблаговременностью 72 часа и более. Предполагается улучшение качества прогноза за счет расширения расчетной схемы WRF модели, дополнив ее 2х мерной и 3х мерной интерполяцией наземных метеорологических наблюдений, аэрологических данных и данных спутниковой информации. При соответствующем оснащении оборудованием и доступом к международным базам метеорологических данных возможен расчет среднесрочных и долгосрочных прогнозов погоды по территории Казахстана. В дальнейшем планируется начать адаптацию других расчетных схем и моделей (RAMS, RSM), в частности, мезомасштабной модели европейского консорциума COSMO. Получено принципиальное согласие участников консорциума на передачу Казахстану технологии COSMO.

РАСЧЕТ СКОРОСТИ ВЕТРА В СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ АТМОСФЕРЕ ПРИ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССАХ

Семенова Ю.А., Закинян Р.Г., Топорков К.И.
Ставропольский государственный университет, г. Ставрополь,
Российская Федерация

На данный момент проблема прогнозирования скорости ветра все еще остается актуальной проблемой физики атмосферы [1].

Целью настоящей работы является решение уравнения Навье – Стокса в приближении достаточном для расчета скорости ветра в мезомасштабных процессах.

Уравнение движения представим в виде

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v}, \nabla) \mathbf{v} = \mathbf{g} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \mathbf{v}. \quad (1)$$

Оценка влияния силы Кориолиса на вихревые движения протяженностью порядка 10 и 1000 км, показала, что характерное время процессов составляет 15 минут и 25 часов соответственно. Таким образом, при рассмотрении вихревых движений воздушных масс следует учитывать влияние силы Кориолиса для синоптических масштабов порядка 1000 км.

В задаче рассматривается система уравнений, представляющих собой проекции уравнения Навье – Стокса на декартовы оси координат совместно с уравнением неразрывности, записанных для стационарного случая. Решение проводится для частного случая зависимости составляющих скорости движения воздушных масс от соответствующей координаты, при этом учитывается, что движение происходит в горизонтальной плоскости вдоль параллели. С учетом вышеуказанных предположений, полученное выражение при отсутствии вязкости

$$u \frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_i} \frac{\partial p}{\partial x}. \quad (1)$$

Зависимость плотности воздуха от температуры и влажности представим в виде

$$\rho_i = \rho_e (1 - \alpha \Delta_0 T - \beta \Delta s).$$

Согласно уравнению состояния влажного воздуха $p_0 = \rho_e R_c (T + \beta s)$, и выражению для изменения давления с расстоянием $p = p_0 + Cx$, при $x = L$, получим

$$p = \rho_e R_c \left(T + \beta s_e + \frac{\Delta T x}{L} \right).$$

Учитывая $s_e = s_{e0} - bx$, $\Delta s = \Delta s_0 + bx$, получаем

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho_e R_c \left(\frac{\Delta T}{L} - \beta b \right). \quad (2)$$

Отсюда подставляя (2) в (1), получаем и интегрируя, находим скорость движения воздуха. Учитывая $\ln(1-x) \approx -x$, и рассматривая сухой воздух $p_c = p_e$, получаем выражение для расчета скорости ветра

$$u = \sqrt{2 R_c \left(\frac{\Delta T}{L} - \beta b \right) x}. \quad (3)$$

Из последнего выражения видно, что скорость ветра зависит от расстояния между изотермами L , разности температур между соответствующими изотермами ΔT , массовой доли водяного пара b .

Сравнивая графики зависимости скорости от расстояния с учетом зависимости давления и плотности от температуры и влажности воздуха при постоянном градиенте давления, без учета силы вязкого трения $u(x)$ (3) и без учета силы вязкого трения (уравнение Бернулли) $u_2(x)$ [2], получаем, что при расчете скорости ветра необходимо учитывать зависимость давления и плотности воздуха от температуры и влажности.

Работа выполнена при поддержке гранта по государственному контракту № 02740110739 по теме «Исследование интенсивных вихрей в атмосфере, сопровождающихся грозоградными явлениями» и под научным руководством д.ф.-м.н. Закиняна Р.Г.

Список использованных источников:

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, Ленинград: Гидрометиздат, 1986, Часть I, 704 с.
2. Семенова Ю. А., Закинян Р.Г. К расчету скорости ветра// Физическое образование в вузах. Приложение. 2012. Т. 18. №1.

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ, ОСНОВАННОЙ НА ДВМК, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Смерек Ю.Л., Сухов С.А., Летунова Н.С.
ФБГОУ ВПО «Ставропольский государственный университет», Российская Федерация

Исходя из системы уравнений, описывающих облачную конвекцию, включающих проекции уравнения Навье-Стокса на ось OX и OZ и уравнение неразрывности, с учетом введенной функции перегрева в виде:

$$\Delta T(z) = \Delta_k T + (\gamma - (\gamma_{\text{ва}})_k)(z - z_k) - \frac{\varepsilon}{2}(z - z_k)^2,$$

перейдем к функции тока, и получим решение для последней в следующем виде:

$$\Psi = ZX = \frac{(N_{\text{ва}})_k}{k} \sqrt{2 \left[\tilde{z}(z - z_k) + \frac{(z - z_k)^2}{2} - \frac{\varepsilon}{6(\Delta\gamma_{\text{ва}})_k} (z - z_k)^3 \right]} \cos kx$$

для случая сухого воздуха, окружающего облако, и

$$\begin{aligned} \Psi = ZX &= k(\tilde{N}_{\text{ва}})_k \sqrt{(z - z_k)^2 - \frac{2k_1}{3}(z - z_k)^3} \cos kx = \\ &= k(\tilde{N}_{\text{ва}})_k (z - z_k) \sqrt{1 - \frac{2k_1}{3}(z - z_k)} \cos kx \end{aligned}$$

для случая влажного воздуха, окружающего облако.

В первом случае вертикальная скорость восходящих потоков в облаке определяется выражением вида

$$w_i^2 = \frac{1}{3} \alpha g \varepsilon (z - z_k)^2 \left[\frac{3}{\varepsilon} ((\Delta\gamma_{\text{ва}})_k) - (z - z_k) \right] \sin^2 kx,$$

и во втором случае проекции скоростей воздушной частицы имеют вид:

$$\begin{aligned} u = Z'X &= k(\tilde{N}_{\text{ва}})_k \frac{\tilde{z}_1 + (z - z_k) - k_1(z - z_k)^2}{\sqrt{2(z - z_k) \left[\tilde{z}_1 + \frac{(z - z_k)}{2} - \frac{k_1}{3}(z - z_k)^2 \right]}} \cos kx, \\ w &= -ZX' = k(\tilde{N}_{\text{ва}})_k \sqrt{2(z - z_k) \left[\tilde{z}_1 + \frac{(z - z_k)}{2} - \frac{k_1}{3}(z - z_k)^2 \right]} \sin kx. \end{aligned}$$

Расчеты показывают, что чем ближе значение градиента массовой доли водяного пара к критическому, тем вертикальный размер конвективной ячейки становится больше. В облачном слое, в отличие от подоблачного, распределение скорости имеет не симметричный характер, и уровни максимальной вертикальной скорости находятся во второй половине облака [1].

Согласно представленной теории разработана методика расчета параметров конвекции на основе двумерной влажно-адиабатической модели конвекции (ДВМК). Исходными данными для практических расчетов служат данные радиозондирования, осуществляемого на метеостанциях Минеральные воды, Дивное. Для раскодирования данных радиозонда, представляющих интерес для оценки условий возникновения параметров конвекции, была разработана программа по расшифровке данных температурно-ветрового зондирования атмосферы по коду КН-04 – Radiosonde 1.3 [2, 3].

Составлены алгоритмы расчета параметров конвекции сухого и влажного воздуха. Получен метод расчета количества и интенсивности выпадения осадков с учетом водности облаков, а также с учетом аналитических выражений для вертикальных профилей скорости восходящего потока и функции перегрева и составлен алгоритм проведения расчетов водности, количества и интенсивности выпадения осадков.

Результаты расчетов показали высокий уровень оправдываемости метода ГМЦ и разработанного метода на основе ДВМК без учета поправочного уровня конвекции. Модель ДВМК с учетом поправочного уровня конвекции показала завышенные значения максимального количества осадков.

Список использованных источников:

1. Симахина. М.А. Условия возникновения и методика расчета параметров конвекции в атмосфере: дис. ... канд. физ.-мат. наук : 25.00.30. Нальчик, 2011.106с
2. Сухов С.А., Закирян Р.Г. Автоматизированный комплекс краткосрочного прогноза параметров атмосферы // Материалы I Международной научно - практической конференции (30.04.2011).
3. Сухов С.А., Закирян Р.Г. Автоматизированный комплекс краткосрочного прогноза параметров атмосферы «Радиозонд». // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, № 2012610272., 2012.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА СКОРОСТИ ПОРЫВОВ ВЕТРА

Смирнова М.М, Рубинштейн К.Г., Юшков В.П.*, Курбатов Г.А.*
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация
***МГУ им. М.В. Ломоносова, Российская Федерация**

Для многих прикладных задач важен прогноз не только скорости ветра, но и скорости порывов ветра. При небольшой средней скорости ветра порывы могут достигать значительных величин. Порывы несут наибольшую энергию ветра и могут являться причиной разрушений. Широко известны следующие методы прогноза скорости порывов ветра.

Первый метод заключается в введении линейного эмпирического коэффициента к скорости ветра [1]. Однако, как показывают измерения, скорость порыва ветра зависит не всегда только от самой скорости ветра, но и может определяться общим состоянием атмосферного пограничного слоя.

Второй метод был предложен в работе [2]. Он основан на гипотезе, что частицы, имеющие кинетическую энергию больше энергии плавучести, могут отклоняться с более высоких уровней на нижние. Их скорость принимается скоростью порыва ветра.

Нами предлагается третий метод – использовать турбулентную кинетическую энергию (ТКЕ) как меру изменчивости скорости ветра.

В докладе приводятся примеры использования трех методов, рассчитаны оценки прогноза скорости порывов ветра по данным высокочастотных измерений скорости ветра.

Модель прогноза. Для расчетов использовалась мезомасштабная гидродинамическая модель WRF-ARW. Прогноз осуществлялся для области Европейской территории России с пространственным разрешением 20 км на двое суток.

Метод расчета порывов. Если рассматривать ТКЕ как дисперсию скорости ветра, а распределение скорости ветра считать нормальным, то можно предложить следующую формулу для оценки порывов скорости ветра:

$$u_{пор} = u + 3\sqrt{q}, \quad \text{где } u \text{ – прогнозируемая средняя скорость ветра, } q \text{ – ТКЕ.}$$

Также были реализованы прогнозы по двум другим методам.

Данные наблюдений. Для сравнения использовались данные высокочастотных термоанемометров USA-1, установленных на физическом факультете МГУ и на Звенигородской научной станции ИФА РАН. В качестве порыва принималось значение 99.5 перцентиля распределения скорости ветра за 10 мин.

Будет рассмотрен ряд примеров прогноза скорости ветра и его порывов, рассчитанных двумя методами, и проведено их сравнение с высокочастотными измерениями скорости ветра. Исследования показали, что измеряемая скорость ветра достаточно хорошо укладывается в прогнозируемый интервал. Метод Brasseur дает завышенное значение скорости порывов ветра.

Среднемесячные оценки двух методов. В таблице приведены результаты оценок прогноза скорости ветра и скорости его порывов, полученных предложенным нами методом (ТКЕ) и Brasseur

для июля 2009 г. Отметим, что в рассматриваемый месяц не наблюдалось больших скоростей ветра, она не превышала 15 м/с. В докладе будут представлены оценки для трех методов прогноза скорости порывов ветра для разных месяцев.

	Скорость ветра	Порывы – метод ТКЕ	Порывы – метод Brasseur
Систематическая ошибка	0.80	0.70	-0.25
Абсолютная ошибка	1.30	1.78	2.17
Относительная ошибка	0.51	0.30	0.02
Коэффициент корреляции	0.51	0.59	0.55

Список использованных источников:

1. U.K. Met. Office, 1993: Forecasters' Reference Book. 191 pp.
2. Brasseur, O., 2001: Development and Application of a Physical Approach to Estimating Wind Gusts. Mon. Wea. Rev., 129, 5–25.

ПРОГНОЗ СТЕПЕНИ КОМФОРТНОСТИ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В РАМКАХ ЗАДАЧИ СНИЖЕНИЯ МЕТЕОПАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ НАСЕЛЕНИЯ

Ткачук С.В., Рубинштейн К.Г.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

В связи с изменениями климата и, как следствие, увеличением количества экстремальных погодных явлений (волны жары/холода, изменение режима осадков и т.д.) многие страны подготовили Национальные планы действий по снижению рисков, в том числе и для здоровья населения. К сожалению, в нашей стране в настоящее время подобной системы не существует.

В данной работе описана тестовая система прогноза степени комфортности погодных условий для некоторых районов Европейской территории России, разработанная и внедренная в оперативную практику в Гидрометцентре России. В качестве показателей патогенности метеорологических условий выбраны некоторые индексы, наиболее часто употребляемые в мировой биометеорологической практике, на основе которых производится оценка влияния погоды на организм человека. Для отбора наиболее достоверного показателя для каждого конкретного региона проведено статистическое исследование, основанное на анализе временных рядов индексов и некоторых показателей медицинской статистики.

На первоначальном этапе для оценки воздействия совокупности определенных погодных условий (индексов) использованы ежесуточные данные по смертности в трех городах арктической зоны – Мурманске, Якутске и Магадане в период с 2000 по 2008 г. Для расчетов основных параметров патогенности погоды для этих городов использованы срочные данные метеорологических станций. Для сравнительного анализа различных индексов использован метод временных рядов, основанный на сопоставлении ежесуточных показателей смертности от различных причин (инфаркты, инсульты, респираторные заболевания) по двум возрастным группам населения – 30–64 и 65+ лет. Исследование проводилось для теплого (июнь–август) и холодного (ноябрь– март) времени года.

Показано, что для этого региона, особенно на побережьях, помимо температуры воздуха, значимую роль играет скорость ветра. При анализе рядов этих показателей было доказано, что для расчета комфортности тех или иных метеорологических условий необходимо учитывать не среднюю скорость ветра в течение суток, а максимально наблюдавшуюся. Выявлено, что заметную роль на показатели смертности от различных причин (в частности от сердечнососудистых заболеваний) играют волны жары/холода, т.е. несколько последовательных аномально жарких/холодных дней.

Проведено районирование Европейской территории России. По условиям комфортности погоды: выделены шесть районов с различным влиянием местных климатических и географических особенностей на комфортность погоды. На основе работ американских ученых разработаны новые градации наиболее часто используемых в России для определения комфортности погодных условий комплексных индексов – эффективной температуры и эквивалентно-эффективной температуры, которые позволяют наиболее точно прогнозировать нагрузку меняющихся погодных условий на организм человека. На основе новых градаций исследуемых индексов создана система прогноза степени комфортности погодных условий для Европейской территории России в целом и для отдельных районов

Для расчета показателей комфортности погодных условий используются прогностические поля основных метеорологических элементов, полученные с помощью мезомасштабной численной модели WRF-ARW. На данном этапе подобный прогноз создается для трех областей: Кольский полуостров (с пространственным разрешением 5x5 км), Европейская территория России (20x20 км) и Южный федеральный округ (9x9 км).

Работа выполнена с частичной поддержкой грантов РФФИ 10-08-00493-а и 12-05-97014-р_поволжье_a, FP7 - IRSES - «Climseas».

ОЦЕНКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ АКТУАЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЛЕТОВ ПО ПЛОЩАДЯМ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГОДЫ СИНОПТИЧЕСКОГО И МЕЗОМАСШТАБА С АНАЛИЗОМ ОШИБОК ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ РЕГУЛЯРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ГМС ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Токарев В.М.
ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт», Российская Федерация

Оценка фактических условий погоды для полетов по площадям существенно отличается от обслуживания рейсовых полетов на стандартных эшелонах. На территории Западной Сибири район полетного задания зачастую не имеет ни одного пункта стандартных наблюдений (ГМС, АМСГ), что в сложных метеоусловиях создает огромные методические трудности для обслуживающего полеты синоптика.

Основные проблемные факторы в метеообеспечении полетов по площадям: недостаточная пространственно-временная дискретность наблюдений, не учитываемая в авиационных требованиях к точности диагноза-прогноза и различия частотных характеристик изменчивости метеопараметров по явлениям и масштабам погоды (мезо- и синоптический масштабы).

Рассмотрены авторские исследования, направленные на систематизацию знаний о сложных для полетов условиях погоды: влияние пространственно-временных масштабов на изменчивость, однородность и точность данных. В частности, решалась задача о численных оценках степени неопределенности диагноза (идентификации) условий погоды между пунктами наблюдений (площади полетов).

Оценивался вклад колебаний подсчетного для имеющейся сети станций масштаба. Получены численные оценки степени неопределенности диагностирования условий погоды между пунктами наблюдений (площади полетов). Выполнен анализ ошибок восстановления видимости, высоты облаков и скорости ветра с привязкой к масштабам явлений погоды (синоптический и мезомасштаб), предложена классификация зон неопределенности и рисков для полетов по площадям.

Полученные ошибки восстановления параметров имеют вполне определенную интерпретацию. Во-первых, они дают объективную численную оценку степени изменчивости (гладкости) метеорологических параметров как двумерных функций на плоскости (сфере), заданных в узлах нерегулярной сетки наблюдений. Во-вторых, позволяют оперативно и объективно оценить возможность распространения данных точечных наблюдений на территории, в том числе, площади полетов. Кроме того, числовые оценки сведены к примерно одному масштабу и легко переводятся в термины принятия решений типа «минимальный риск», «повышенный риск», «неопределенность».

Например, повышенные для экстраполяции видимости и ВНГО риски занимают очень значительную долю территорий с явлениями (видимость менее 10км), особенно в утренние часы. Для скорости ветра ситуация более стабильная, но и случаи с умеренным и сильным ветром достаточно редки. Для сравнения, давление легко экстраполируется с ошибкой менее 2 гПа.

О ВОЗМОЖНОСТИ УСВОЕНИЯ ДАННЫХ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЧИСЛЕННОЙ МЕЗОМАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ

Хуторова О.Г., Тептин Г.М., Краснов В.И., Скобельцын К.В., Хуторов В.Е.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Российская Федерация

В настоящее время для прогноза полей метеопараметров широко используются численные модели, учитывающие процессы общей циркуляции атмосферы, её взаимодействие с неоднородной поверхностью Земли, электромагнитным излучением, турбулентность и т.п.

Численное моделирование атмосферы состоит в интегрировании основных уравнений гидротермодинамики. Качество прогноза во многом зависит от адекватности начальных и граничных условий. Одним из актуальных способов увеличения точности прогнозирования считается процедура ассимиляции данных реальных наблюдений. В связи с этим несомненный интерес представляют широкие возможности применения глобальных сетей позиционирования GPS и ГЛОНАСС.

В Казани организована сеть наземных пространственно-разнесенных высокоточных приемников систем GPS-ГЛОНАСС, которая позволяет осуществить дистанционное зондирование тропосферы с помощью параметров принятых радиосигналов с космических аппаратов. Сеть наземных приемников всепогодного радиозондирования тропосферы – часть аппаратно-программного комплекса исследования тропосферы. По радиоизмерениям решаются задачи исследования синоптических процессов, вариаций интегрального влагосодержания, атмосферной стратификации, макротурбулентности. Комплекс включает в себя также и численную модель атмосферы, реализованную на вычислительном кластере.

В качестве примера использована модель WRF 3.1. Для верификации модели и используемых численных схем проведена серия численных экспериментов на примере региона республики Татарстан. Моделирование атмосферных полей проводилось на области с центром 55,3° с.ш., 50,8° в.д. размер области 600×800 км. Возможности WRF 3.1 позволили смоделировать вариацию атмосферных параметров в приземном слое с ошибкой не более десяти процентов, что говорит об адекватности данной мезомасштабной модели и применяемых численных схем.

Численная модель атмосферы позволяет усваивать данные зондирования для прогноза динамики атмосферных параметров. В качестве натуральных данных были выбраны значения тропосферной задержки радиосигналов спутниковых навигационных систем, которая обусловлена полями атмосферных параметров (давлением, парциальным давлением водяного пара, температурой), ее можно рассчитать из характеристик измеренных радиосигналов спутниковых навигационных систем. Выбор обусловлен высоким временным разрешением получаемых данных зенитной тропосферной задержки – не реже, чем раз в секунду.

Предварительные численные эксперименты показали, что усвоение радиоизмерений в численной мезомасштабной модели уменьшает среднеквадратическое отклонение от эталонных данных температуры, скорости ветра и других метеопараметров не менее чем в 4-5 раз при условии сети приемных станций ГЛОНАСС и GPS высокой пространственной плотности.

В докладе представлены полученные результаты моделирования с использованием процедуры усвоения данных в мезомасштабной модели атмосферы WRF и сравнительного анализа успешности применения описанной методики.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ ПУТЕМ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ценных А.А., Андреев С.Н.
Военный авиационный инженерный университет, Российская Федерация

Прогнозирование погоды относится к числу сложных многокритериальных задач, характеризующихся большой пространственно-временной изменчивостью, обусловленной влиянием множества различных факторов, к числу которых, в первую очередь, стоит отнести влияние антропогенных и геофизических воздействий на атмосферу. Учет влияния этих воздействий может повысить качество прогнозов погоды и метеорологического обеспечения в целом.

К числу геофизических факторов, оказывающих влияние на пространственно-временные вариации метеорологических величин, прежде всего, стоит отнести взаимодействия в системе Земля-Луна-Солнце. В связи с этим, целью данной работы является разработка методики повышения качества прогнозов опасных явлений погоды (ОЯП) путем учета влияния геофизических факторов.

Для достижения поставленной цели, на основе спектрального анализа была осуществлена оценка влияния приливных сил на процессы и явления, протекающие в атмосфере. Полученные спектры вариаций гидрометеорологических параметров в целом соответствуют субгармоникам и гармоникам вращения Луны вокруг Земли и частоте вращения Земли вокруг Солнца, в диапазоне периодов от 7 дней до 12 месяцев.

Очевидно, что статистически определенные по многолетней выборке пороговые значения прогностических методов (например, методов прогноза гроз) не учитывают вышеописанных вариаций метеоэлементов, что снижает оправдываемость прогнозов, разработанных с использованием таких методов. В связи с этим, на примере прогноза гроз, в работе предлагается методика повышения качества прогноза ОЯП, основанная на введении дополнительных параметров, характеризующих взаимодействие планет в системе Земля-Луна-Солнце.

Предлагаемая методика основывается на предположении, что в атмосфере Земли под действием приливных сил, вызванных гравитацией Луны и Солнца, возникают упорядоченные макромасштабные токи (как горизонтальные, так и вертикальные), имеющие противоположные знаки в определенных точках пространства и приводящие либо к поддержанию, либо к компенсации конвективных сил, обуславливающих развитие кучево-дождевой облачности и гроз. При этом необходимо учитывать, что Луна обращается вокруг Земли с сидерическим периодом на 2,2 суток меньшим чем синодический, то есть сила и направление ее воздействия на один и тот же участок Земли постоянно изменяются, что может обуславливать снижение оправдываемости физико-статистических прогностических методов со временем. К тому же следует учитывать притяжение Солнца – в одних случаях оно складывается с притяжением Луны, в других – действует в противоположном направлении.

В ходе выполнения работы был проведен численный эксперимент по уточнению метода Вайтинга путем введения дополнительного параметра, характеризующего взаиморасположение планет в системе Земля-Луна-Солнце. Для расчета параметров орбит использовались астрометрические данные, полученные с помощью программы «SkyGlobe 3.6».

Результаты численного эксперимента показывает, что общая оправдываемость (U) модифицированного метода Вайтинга повысилась с 77,1% до 79,7%, т.е. на 2,6%. По критериям точности Обухова (Q), надежности Багрова (H) и качественному коэффициенту корреляции (R_x) также имеет место улучшение показателей на 6-7%.

Таким образом, полученные результаты доказывают зависимость оправдываемости прогнозов гроз от влияния геофизических факторов и показывают перспективность использования предложенной методики учета геофизических факторов для разработки новых и уточнения существующих методов прогноза опасных явлений погоды.

В ходе исследования были решены следующие задачи: разработана методика учета геофизических факторов при создании новых и уточнении существующих методов прогноза опасных явлений погоды; построен автоматизированный алгоритм прогноза гроз с учетом геофизических факторов; метод прогноза гроз с учетом геофизических факторов апробирован на основе созданной объединенной архивной выборки гидрометеорологических и астрометрических данных; показана зависимость общей оправдываемости прогнозов гроз от геофизических факторов и перспективность использования предложенной методики для разработки новых методов прогноза опасных явлений погоды.

Полученные результаты показывают перспективность использования предложенной методики для разработки новых и уточнения существующих методов прогноза опасных явлений погоды.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ ДЛЯ АВИАЦИИ

Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р., Ветрова Е.И.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Воздушные суда подвержены влиянию погодных условий как во время стоянки, взлета и посадки, так и во время полета по маршруту. Опасные для авиации явления погоды (т. наз. особые явления) в Гидрометцентре России прогнозируются на основе общего численного прогноза с помощью специальных статистических методов. Результат представляется в виде прогностических карт отдельно для верхних (7–12 км), средних (4–7 км) и нижних (0–3 км) уровней. В каждом из слоев прогноз имеет свою специфику. Так, на верхних уровнях предсказывается положение струйных течений, высота тропопаузы, грозовые и градовые очаги, зоны турбулентности. Карты особых явлений на верхних уровнях для регионов Северного полушария рассчитываются оперативно в течение ряда лет с помощью разработанных в Отделе авиационной метеорологии автоматизированных методик, физические основы которых и технологическая реализация соответствуют мировому уровню. С 2009 г. оперативно выпускаются также аналогичные карты для средних уровней по территории России.

В настоящее время Отдел работает над технологией выпуска карт особых явлений на нижних уровнях. В нижнем слое толщиной 3 км развивается целый комплекс погодных явлений, влияющих как на взлет и посадку всех видов воздушных судов, так и на полеты малой авиации: это атмосферные фронты, осадки, низкая облачность, горизонтальная видимость, обледенение воздушных судов на земле и в полете, а также конвективные явления (грозы, шквалы), турбулентность различного происхождения. При прогнозировании этих явлений основой является продукция современных моделей с высоким разрешением. Часть этих явлений прогнозируется непосредственно в модели, в том числе с помощью встроенных схем пост-процессинга. Для прогноза других явлений приходится развивать специальные методики (также типа пост-процессинга), основываясь на данных наблюдений на земле (на аэродромах) и в полете (с помощью систем типа AMDAR). Такие же методики разрабатываются и для прогноза тех явлений, которые прогнозируются в рамках модели, но этот прогноз недостаточно точен с точки зрения обеспечения авиации. Это относится, в частности, к прогнозу низкой облачности: так, мезомасштабная модель COSMO-RU прогнозирует только наличие (балл) низкой облачности (недостаточно точно), но не прогнозирует такую важную величину, как высота нижней границы облаков.

Фактическая высота нижней границы облаков (ВНГО) измеряется на аэродромах с временной дискретностью 30 мин вместе с рядом других метеорологических величин (температура, влажность, ветер). Аэродромные наблюдения передаются в Гидрометцентр России в виде телеграмм в коде METAR. В Отделе авиационной метеорологии производится их декодирование и ведется (с 2001 г.) база данных по 45 аэродромам европейской России и сопредельных государств и 41 аэродрому азиатской России и государств Средней Азии. Эта база данных послужила основой для разработки прогностических методик, в частности по низкой облачности (количество и ВНГО).

Для прогноза зон обледенения самолетов в полете привлекались другие данные: самолетное зондирование, проводившееся в СССР в начале 60-х гг. XX в., а также данные TAMDAR над территорией США, доступные в Интернете. Базы тех и других данных также были созданы в Отделе.

Путем сопоставления наблюдений за предиктантами (характеристиками облачности или обледенения) с синхронными наблюдениями температуры, влажности, давления *in situ* были получены, с применением дискриминантного, регрессионного и кластерного анализов, статистические соотношения диагностического характера. В дальнейшем, заменяя синхронно наблюдаемые предикторы на их прогностические значения, полученные в конкретной численной модели (мезомасштабной COSMO-RU07 или глобальной ПЛАВ) и корректируя статистические зависимости с учетом особенностей модели, были получены соотношения, пригодные для пост-процессинга модельных данных. Таким путем в последнее время разработаны методики прогноза зон обледенения над территорией европейской части бывшего СССР, прогноза наличия низкой (≤ 1500 м) облачности и прогноза ВНГО ≤ 300 м на 45 аэродромах на этой же территории. Первые две из перечисленных методик успешно прошли оперативные испытания и рекомендованы ЦМКП к внедрению в практику обеспечения авиации.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗА КАТЕГОРИЙ ОПАСНОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ширяев М.В., Рубинштейн К.Г.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Одной из основных задач гидрометеорологических служб является предупреждение населения и организаций о вероятности возникновения опасных метеорологических явлений (ОЯ). Ураганные ветры и смерчи, сильные снегопады и наводнения, жара и морозы наносят не только огромный экономический ущерб, но и уносят жизни людей.

По состоянию численного моделирования в данный момент прогноз ОЯ как таковой является невозможным, так как должен указывать точное место и время его возникновения.

Большинство метеослужб различных стран мира дают прогноз категорий опасности метеорологических явлений (КОЯ). Особенности данной технологии заключается в том, что прогноз возможного возникновения опасности даётся для области, определенной по административным или физико-географическим критериям, во некотором временном интервале. Таким образом, данная система позволяет более точно давать прогноз для различных областей и в доступной форме донести до потребителя информацию о вероятности возникновения метеорологической опасности. Для стран Европы создана единая система прогноза КОЯ www.meteoalarm.eu, представляющая из себя карту опасностей с возможностью получить информацию о роде и категории метеорологической опасности для каждого отдельного региона. Часть европейских метеослужб использует на своих сайтах информацию непосредственно в том виде, как она представлена на сайте meteoalarm.eu — прогноз на текущий и последующий день, районы закрашиваются желтым, оранжевым или красным цветом, который характеризует одну из 3-х степеней опасности. Но некоторые страны предоставляют информацию в ином виде, например: более дифференцированный по временным интервалам прогноз; прогноз на более долгий срок; прогноз для явлений не только на суше, но и на море; иной вид графического представления. Метеослужбы некоторых стран, например, Японии, используют только 2 категории опасности — «потенциально опасная» и «опасная».

КОЯ, так же как и сами опасные явления, часто отличаются не только для разных стран, но и для регионов. Различные национальные метеорологические центры имеют свои подходы к определению «опасных явлений». Пример того, как это делают Греция и Швеция представлены в таблице 1.

Таблица 1. Определение КОЯ в Греции и Швеции.

Категория	Греция	Швеция
Желтая	До 30 раз в год	Раз в 2 года
Оранжевая	От 30 до 1 раза в год	Раз в 10 лет
Красная	Менее 1 раза в год	Раз в 50 лет

В настоящее время в Гидрометцентре России проходит авторские испытания созданная автоматическая система прогноза КОЯ (сильный ветер, очень сильные дожди и снегопады, экстремально высокие и низкие температуры) для Мурманской области. Для районов данной области даётся прогноз КОЯ на сроки 0-12, 12-36 и 36-60 часов на основе прогностических полей негидростатической мезомасштабной модели WRF-ARW. Определены следующие 3 различных КОЯ: «потенциально опасная», «опасная» и «очень опасная». Численные границы «красной» КОЯ были предоставлены Мурманским УГМС, остальные являются необоснованными.

В данной работе будет рассмотрено несколько важных моментов:

– новый подход к определению границ КОЯ с точки зрения статистического анализа данных гидрометеорологических наблюдений на станциях Мурманской области за последние 20 лет (согласно проведенному анализу метеорологические явления категорий «очень опасная» ни разу не наблюдались на данной территории за рассматриваемый период);

– сравнение методов представления информации конечному потребителю различными метеослужбами (методы, тип метеорологических явлений и род информации, предоставляемых потребителю, весьма отличаются друг от друга).

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Аббасов Р. Х.

Научно-Исследовательский Гидрометеорологический Институт, Азербайджан

Во второй половине прошлого века, во всем мире произошло интенсивное развитие сельского хозяйства и промышленности, в результате чего наблюдалась и интенсивная эксплуатация пресноводных источников. Использование водных ресурсов в хозяйстве и быту привело к неблагоприятным экологическим и экономическим последствиям. Антропогенные изменения водных источников достигли глобальных масштабов, нарушая естественный режим не только малых, но и крупных рек и озер земного шара.

Последние годы в гидрологической литературе уделяется большое внимание изучению гидрологической безопасности речных бассейнов. Эту тенденцию можно объяснить множеством таких стихийных явлений, как засуха, паводки, сели, нехватка пресной воды и т. д., происходящих все чаще в разных регионах мира. Под термином «Гидроэкологическая безопасность территории» понимается такое состояние водных объектов территории, когда природопользование в бассейнах рек не приводит к негативным изменениям водных экосистем и здоровья водопотребителей и в русловой сети речных экосистем отсутствуют опасные гидрологические явления – катастрофические паводки и сели, продолжительные маловодья, размывы и заиления речных русел, резкое уменьшение скорости воды и т.д.

Нарушение гидроэкологической безопасности речных бассейнов может произойти под влиянием и антропогенных, и естественных факторов. Естественными факторами, которые нарушают гидроэкологическую безопасность являются засуха, продолжительные маловодья, катастрофические паводки и сели, деформации, изменения и заиления речных русел. Большинство естественных изменений связано с естественными многолетними климатическими колебаниями. Однако большинство причин, которые изменяют уровень гидроэкологической безопасности, имеют антропогенное происхождение. Под влиянием антропогенных факторов в речных бассейнах могут наблюдаться высыхание рек, продолжительные маловодья, ухудшение качества воды, паводки и сели, заиление и деформация русел, перекрытие путей рыбных стад и т.д. Естественные и антропогенные влияния могут изменять уровень гидроэкологической безопасности не только прямо, но и косвенно (рис.)

Речные экосистемы как природные объекты и основные источники пресной воды, играют большую роль в жизни природы и общества. Однако в течении своей долгой истории человек использовал реки как источник пресной воды и продовольствия. При этом реки были источниками не только воды и продовольствия, но и источником таких стихийных бедствий, как паводки, засуха, сели и т.д. Опыт последних десятилетий показывает, что такое отношение к природным объектам, в том числе рекам создает опасность их существованию как природным объектам, источникам пресной воды и приводит к исчезновению биологических и водных ресурсов реки.

Для разработки критериев обеспеченности гидроэкологической безопасности должны быть подробно проанализированы все функции речных экосистем, которые действуют в природе и оказывают влияние на природные и общественные процессы. Реки, как основные источники пресной воды, играют незаменимую роль не только в общественных, но и в природных процессах.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВНЕТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА

Акперов М.Г., Мохов И.И.
ФГБУН Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Российская Федерация

Проведен анализ изменений характеристик циклонов (количество, интенсивность и размер) по модельным расчетам (KMOЦ) ISPL CM4 при климатических изменениях для XXI века (антропогенный сценарий SRES-A2) в атмосфере внетропических широт Северного Полушария, а также для Европейско-Атлантического сектора. Анализировались модельные результаты для второй половины XX века в сопоставлении с данными реанализа NCEP/NCAR. В целом для XXI века отмечено статистически значимое уменьшение общего количества мелких и увеличения интенсивных циклонов, как для внетропических широт, так и для Европейско-Атлантического сектора. Также для этих широт для XXI века были отмечены статистически значимые изменения количества циклонов в зависимости от их размеров.

ПРОЯВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В МОРСКОЙ АРКТИКЕ

Алексеев Г.В.
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Российская Федерация

Арктика тесно связана с глобальной климатической системой циркуляцией атмосферы и океана, которые вносят определяющий вклад в формирование ее климата. Усиление потепления в Арктике по сравнению с глобальным потеплением связано, прежде всего, с увеличением притока тепла из низких широт. В холодную половину года в отсутствие солнечной радиации основная составляющая теплового баланса Арктики – атмосферный перенос тепла из низких широт. Зональная составляющая этого переноса влияет на потепление в умеренных широтах, а меридиональная – на потепление в высоких широтах. Их вклад в повышение средней температуры воздуха (тренд) в период современного потепления зимой и в холодную половину года достигает 50 %.

Существенный вклад в арктическое усиление потепления вносит рост приходящей к поверхности снега и льда длинноволновой радиации. Этот рост связан повышением влажности и облачности в арктической атмосфере, а его влияние на потепление происходит из малого альбедо поверхности для длинноволновой части спектра приходящей радиации.

Возрастающее отступление кромки льда в конце летнего сезона от берегов Сибири и Аляски способствует прогреву верхнего слоя морской воды и усилению потепления в октябре-декабре. Основная причина сокращения площади льда летом – повышение летней температуры воздуха. Одновременно происходит уменьшение количества многолетнего льда и, соответственно средней толщины льда в Арктическом бассейне.

Климатические изменения в состоянии водных масс в Арктическом бассейне в 1990-е и 2000-е годы наиболее очевидно проявились в повышении температуры воды атлантического происхождения (AB), подъеме ее верхней границы и смещении части опресненной воды в верхнем слое в круговорот Бофорта. При этом изменения температуры в слое AB в Арктическом бассейне согласуются с изменением температуры воды на поверхности в Северной Атлантике, прослеженным от тропиков.

Климатические изменения в Арктике влияют на развитие судоходства по Северному морскому пути, добычу углеводородов на арктическом шельфе, природное разнообразие.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ В СРЕДНЕМ КАСПИИ

Аллахвердиев З.С, Кочарли Г.Н
Министерство Экологии и Природных Ресурсов Азербайджана,
Гидрометеорологический Научно-Исследовательский Институт, Азербайджан

Протяженность Каспийского моря вдоль меридианы влияет на формирование климатического и метеорологического условий в различных акваториях. Это в свою очередь влияет на гидрологический режим моря. Один из таких параметров подвергающийся изменению является температурный режим поверхностных вод моря. С этой точки зрения в период глобальных климатических изменений появилась необходимость изучения температурного режима поверхностных вод на западном побережье Среднего Каспия. Во время исследований были использованы многолетние данные наблюдений гидрометеорологических станций на западном побережье Среднего Каспия.

Для того, чтобы оценить влияние глобальных климатических изменений на поверхностные воды западного побережья Среднего Каспия в первую очередь были подсчитаны температурные нормы (1960–1990гг.) морских районов где расположены гидрометеорологические станции Дербента, Махачкалы, Сиазани и Сумгаита.

В районе гидрометеорологической станции в Сумгаите, температурные нормы поверхностных вод по месяцам колеблись в пределах 4,9°C (февраль), 25°C (июль, август) и годовая температурная норма составила 14,5°C. В этот период, на этой территории была отмечена максимальная (15,9°C) и минимальная (12,6°C) средняя годовая температура в 1981 и 1961гг. Температурные нормы поверхностных вод по временам года составили нижеуказанные: зимой 6,1°C, весной 11,3°C, летом 23,7°C, осенью 16,7°C.

В период 1991-2009гг. средняя годовая температура составила 13,6°C, что ниже характерной нормы для этих территорий на 0,9°C. В это время наблюдалась минимальная (4,6°C) и максимальная (24,9°C) средняя месячная температура в феврале и августе месяцах. Температурные показатели поверхностных вод по временам года были нижеследующие: зимой 5,4°C, весной 10°C, летом 22,7°C, осенью 16,2°C. Все эти температурные показатели ниже температурной нормы по временам года.

Температурные нормы поверхностных вод по месяцам в части гидрометеорологической станции в Сиазани колеблются в пределах 3,3°C (февраль), 24,8°C (июль), а средняя многогодовая температурная норма составляет 13,7°C. В этот период была отмечена средняя годовая температура (15,4°C) в 1990г., а минимальная - в 1983г. (12°C). Распределение температурных норм по месяцам были нижеследующие: зимой 4,2, весной 11,6, летом 23,6, осенью 15,4°C.

В течение 1991-2009гг. средняя многолетняя температура составляла 14,1°C, что является выше характерной нормы (13,7°C) на 0,4°C для этих территорий. В этот период распределение температуры поверхностных вод по временам года зимой наблюдается 5,6, весной 11,7, летом 24, осенью 17,4°C. В этих морских районах во все времена года по сравнению с нормой наблюдается увеличение температуры.

В морском районе Махачкалы интервал распределения температурных норм поверхностных вод по месяцам колебался в пределах 1,8 в (феврале), 23,6°C (август) и годовая норма составила

12,5°C. Температурные нормы по временам года были нижеуказанные: зимой 3,3, весной 9,1, летом 22,2, осенью 15,4°C. В этот период высокая средняя годовая температура (14,1°C) наблюдалась в 1966г., низкая температура (10,6°C) в 1969г., что определенно выше нормы на 1,6°C и ниже на 1,9°C.

После проведенных исследований известно, что с 1991 по 2009гг. в морском районе Сумгаита средняя многолетняя температура для этой территории была ниже характерной температурной нормы, а в Сиазани, Дербенте и Махачкале выше нормы. В морском районе Сумгаита понижение средней многолетней температуры на несколько градусов, скорее всего, связано с различными факторами. Эту мысль также подтверждает наблюдаемая слабая связь корреляции ($r \approx 0,1$) между температурой воздуха и температурой воды.

В этот период в зимнее и осеннее время на западном побережье Среднего Каспия температура поверхностных вод была выше нормы, а в весеннее и летнее время ниже.

По проведенным результатам известно, что средняя температура поверхностных вод (13,4°C) на западном побережье превышала характерную норму (13,2°C) на 0,2°C, а это в свою очередь связана с климатическими изменениями.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЙ ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РЕСПУБЛИК ТАТАРСТАНА И МОРДОВИИ

Амельченко Е.В., Коршунов А.А.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Российская Федерация

В работе проведен анализ особенностей экономического развития республик Татарстана и Мордовии. Рассмотрена динамика роста валового регионального продукта (ВРП) Республик за 1998–2009 года по данным Федеральной службы государственной статистики, отображающего уровень развития экономики. Так же проведен анализ отраслевой структуры ВРП по видам экономической деятельности, данные по которой имеются с 2004 года, начиная с итогов которого результаты оценки ВРП производственным методом и методом формирования по источникам доходов, публикуются только в структуре ОКВЭД.

Оценка влияний опасных условий погоды на хозяйственную деятельность республик Татарстана и Мордовии проводилась с точки зрения нормированных опасных явлений (НОЯ). Под НОЯ подразумеваются сутки, в которые наблюдалось опасное либо неблагоприятное явление, в результате которого был причинен ущерб экономике региона. То есть, опасное явление (ОЯ), начавшееся 17.05 и закончившееся 21.05 того же года, приравнивается к 5 НОЯ. Комплекс ОЯ, например, шквал, гроза, град за тот же период времени приравнивается к 15 НОЯ. Данный термин введен для учета продолжительных ОЯ, таких, как пожары, засухи, наводнения, которые могут длиться от нескольких дней до нескольких месяцев, нанося огромный ущерб по сравнению с кратковременными ОЯ того же вида. Так, например, одно катастрофическое наводнение по данным МЧС России может нанести потери в 120 млрд. рублей.

В настоящее время климатические условия на территории России существенно меняются, и эта тенденция на ближайшие годы сохранится. Эти выводы подтверждаются результатами многих исследований, проведенных как у нас в стране, так и за рубежом.

Последствия таких беспрецедентно быстрых изменений климатических условий на территории России приводят к росту количества опасных явлений, которые наносят социальный и экономический ущерб. Этот ущерб проявляется в различных жизненно важных секторах экономики, и чем больше развита экономика региона, тем большее воздействие на нее оказывают возникающие опасные явления, тем большие потери может понести она при отсутствии точных и заблаговременных прогнозов. Поэтому задача изучения и анализа воздействия опасных явлений на различные виды экономической деятельности актуальна для дальнейшей возможности сокращения ущерба, причиняемого ОЯ и для разработки методов и стратегий адаптации потребителей к постоянно меняющимся условиям погоды.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОНЯТИЯ «КЛИМАТ»

Арушанов М.Л.
Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Узбекистан

В метеорологической литературе климат рассматривается как совокупность погод за определенный промежуток времени в их обычном среднем проявлении в данной географической местности. Более общее определение климату, как некоторый статистический режим погоды, был дан А. С. Мониним. Все существующие определения климата в большей степени носят качественный статистический характер, лишенный физической основы, а вместе с этим, объективного критерия его изменчивости.

Процессы формирования погоды необходимо рассматривать как результат функционирования открытой термодинамической системы, элементы которой обмениваются веществом, энергией и импульсом. Свойства открытых систем описываются наиболее просто вблизи состояния термодинамического равновесия. Степень их неупорядоченности, как и систем в равновесном состоянии, характеризуется энтропией. Термодинамические силы вызывают в системе потоки энтропии и вещества, что приводит к росту энтропии системы – производству энтропии. И. Пригожиным доказана теорема, согласно которой при стационарных состояниях в открытой системе производство энтропии минимально. Данная теорема является прямым указанием на возможность строгой формализации понятия «климат». Применительно к глобальным атмосферным процессам, следует ожидать, что на определенных периодах времени эта открытая термодинамическая система принимает стационарные состояния с минимальным производством энтропии. «Скачки» значений производства энтропии между незначительными ее изменениями на интервале определенной длительности являются индикаторами, характеризующими состояние климатической системы на данном отрезке времени. Такие «скачки» вследствие инерционности атмосферы не могут быть подобны δ -функции Дирака, а достигают своего экстремума в течение определенного интервала времени. Эти интервалы определяют некоторый переходной климатический период.

Производство энтропии рассчитывалось как интеграл по слою:

$$\sigma(S) = \int_0^z \left[-\frac{1}{T} (\text{div}f_{\odot} + \text{div}f_T) + \frac{4}{3} \left(\frac{\text{div}f_{\odot}}{T_{\odot}} + \frac{\text{div}f_T}{T} \right) \right] dz,$$

где T_{\odot} – температура солнечной радиации, T – температура тепловой радиации, f_{\odot} , f_T – потоки солнечной и тепловой радиации, соответственно.

Расчеты были выполнены для слоя атмосферы 20 км, в котором газовый состав рассматривался как сплошная среда (число Кнудсена $\ll 1$). Анализ полученных результатов показал, что в течение последних 300 лет в климатической системе планеты наблюдаются четыре переходных периода различной продолжительности. Отличительная особенность первой половины периода (около 150 лет) состоит в том, что стационарные состояния более продолжительные, чем переходные, а во второй половине рассматриваемого периода картина противоположная. При этом продолжительности стационарных состояний хорошо согласуются с принятой классификацией динамики климата на рассматриваемом периоде времени. Так, например, продолжительные стационарные состояния климатической системы между 1700 и 1850 годами с незначительными по времени переходными периодами хорошо согласуются с периодом, известным как «малый ледниковый». Современное же состояние климатической системы находится в стадии переходного периода после его последнего стационарного состояния между 1940 и 1980 годами.

Таким образом, на основании рассмотренного подхода можно дать физическое определение климату: климат – это открытая периодически меняющаяся термодинамическая система, сохраняющая состояние стационарности, или близкое к нему, на определенных интервалах времени.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМЫ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КРАЯ

Аськеев О.В., Аськеев И.В., Тишин Д.В.*

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Российская Федерация

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Российская Федерация

Современное изменение климата, отмечаемое как в Северном, так и Южном полушариях, начиная с середины 70 гг. XX в., в значительной мере повторяет предыдущие мощные потепления 10–12 веков и 1910–1945 гг., хотя и отмечаются заметные различия.

Прогрессирующие, в последние десятилетия, изменения климата, вызывают быстрые ротации природной обстановки. Произошедшие в последнее время региональные изменения климата, в частности изменение температурного режима и количества осадков, уже оказывает значительное воздействие на водные и наземные экосистемы. В своих современных работах (Askeyev et al., 2005; Askeyev et al., 2010) нами показана высокая значимость климатических флуктуаций на формирование популяционных структур и сообществ животных и растений в последний отрезок голоцена. В Волжско-Камском крае – в результате потепления климата и смещения изотерм к северу в настоящее время появились представители более южной флоры и фауны. Особенно обогатился видовой состав насекомых, рыб, птиц. За последние 50–60 лет в Татарстане, в результате потепления зарегистрировано более раннее начало весенних феноявлений у растений, то есть более раннее наступление периода вегетации и цветения – в среднем на 6 дней. Осенние феноявления, то есть завершение периода вегетации, наступают на 4–5 дней позднее. Таким образом, в результате потепления климата период вегетации удлинился на 10 дней. Более сильно реагируют на изменения климата раннецветущие и ранневегетирующие виды.

Двухсотлетний мониторинг сроков прилета птиц показал, что у большинства исследованных видов, зимующих как в Евразии, так и в Африке, произошли существенные смещение времени весенней миграции на более ранние календарные даты. Полученные данные свидетельствуют о том, что основной причиной долговременных изменений сроков прилета, птиц в нашем регионе являются динамика климатических показателей. Дальнейшие изменения сроков прилета и успеха гнездования (а вместе с тем и уровень численности) у птиц в Северном полушарии в значительной мере будут зависеть от динамики зимних, весенне-летних температур воздуха в Северном полушарии в последующие годы.

Полученные нами данные в сравнение с литературными источниками дает повод сказать, что в настоящее время на территории Волжско-Камского региона, идет процесс адаптации птиц к размножению в более ранние, чем обычно, сроки происходящий за счет генетического полиморфизма, который свойствен любому виду. Сложившаяся на данный момент генетическая структура популяций птиц в нашем регионе пока позволяет сдерживать негативное влияние изменяющегося климата, тогда как в других районах Северного полушария уже имеются данные, говорящие о том, что адаптации птиц уже не в силах противостоять негативным явлениям изменяющегося климата. Сдвиги ареалов видов изменят экосистемы. Ускорение роста деревьев во многих местах, вероятно, увеличит накопление углерода и обеспечит больший источник лесоматериалов. Увеличится частота, интенсивность и продолжительность вспышек численности насекомых – фитофагов и лесных пожаров. Как показывают наши исследования радиальный прирост деревьев Среднего Поволжья в первую очередь, определяется осадками текущего года. Таким образом, если сохранится тенденция регионального изменения климата, то это неминуемо скажется на росте деревьев нашего региона. Особенно существенные изменения произойдут в зоне интерградаций лиственных и хвойных пород крайнего востока Русской равнины, т.е. другими словами изменение климатических условий среды приведет к экспансии хвойных на юг, а лиственных на север, что приведет к более сложному перемешиванию лесной растительности Волжско-Камского края. Вышеизложенные факты убеждают нас в необходимости дальнейшего изучения механизмов влияния глобального климата на экосистемы регионального уровня, с целью не пропустить момента, когда последствия для региона станут угрожающе негативными.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ

Ашабоков Б.А., Архестов Г.Х., Федченко Л.М., Шаповалов А.В.

Высокогорный геофизический институт, Российская Федерация

В настоящее время можно считать общепризнанным, что мировому сообществу предстоит переход на новую модель развития, которая будет охватывать практически все стороны его функционирования. По мнению многих исследователей, по своим масштабам и по своей глубине предстоящие изменения в обществе будут превосходить все события прошлого века /3/. Необходимость перехода мирового сообщества на новую модель развития обусловлена тем, что в настоящее время появились факторы, последствия которых для мировой динамики могут быть катастрофическими. На роль такой модели претендует предложенная Г.Х. Брундтланд идея «устойчивого развития», изложенная в 1986 г. в докладе «Наше общее будущее» /1/.

Отметим, что в качестве факторов, представляющих наибольшую угрозу динамике мирового развития, рассматриваются /2,3,4/: – рост быстрыми темпами численности населения Земли; – истощение такими же темпами ресурсов планеты; – загрязнение окружающей природной среды.

В работе /5/ в результате моделирования глобального развития убедительно показано, что последствия этих факторов для общества будут тяжелыми и при сохранении существующих тенденций в их динамике обществу предстоит неминуемая катастрофа. Отметим, что в качестве модели развития в 1992 г. была рекомендована модель, основанная на принципах устойчивого развития. Можно заметить, что первый из этих факторов является свойством человечества как целого, а последние два обусловлены игнорированием того, что природа и общество являются элементами одной эколого-экономико-социальной системы и их функционирование должно быть согласованным. К этим факторам следует добавить и глобальное потепление климата, которое связано с природными процессами и становится фактором, способным оказать колоссальное влияние на окружающую среду и на все сферы человеческой деятельности. Важно отметить, что, если перечисленными выше факторами в какой-то степени можно управлять, то к изменению климата необходимо адаптировать различные сферы человеческой деятельности.

В стратегии развития России необходимо учитывать все перечисленные факторы, что требует детального анализа последствий каждого из них во всех сферах человеческой деятельности (экономической, социальной, политической и других). При этом необходимо рассматривать как прямое, так и косвенное влияние этих факторов на социально-экономическое развитие страны.

В работе обсуждаются некоторые вопросы социально-экономического развития страны к изменению климата. Проводится анализ проблемы адаптации функционирования аграрного сектора к изменению агроклиматических ресурсов территорий, предлагается модель оптимизации функционирования отраслей АПК с учетом их взаимосвязи.

Список использованных источников:

1. Брундтланд Г.Х. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. М.: Прогресс, 1989.
2. Даймонд Дж. Коллапс: почему одни общества выживают, а другие умирают.- Издательство «Москва». 2007.
3. Краснопольский Б.Х. Альтернативные модели социально-экономического развития: зарубежные подходы. – ЭНСР. №4(47) 2009.
4. Прохоров Б.Б. Регионы России на пути в медико-демографическое будущее /Проблемы прогнозирования. №1(124), 2011.
5. Форрестер Дж. Мировая динамика.- М.: Наука. 1978.

СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА В УКРАИНЕ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Балабух В.А., Клок С.В., Лавриненко Е.Н., Сотник Т.Л.
Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт
МНС и НАН Украины, Украина

Стихийные метеорологические явления (СМЯ) – это различные явления природы, которые своей интенсивностью и продолжительностью обуславливают внезапное нарушение нормальной жизнедеятельности населения, разрушение и уничтожение материальных ценностей, наносят значительный ущерб различным отраслям экономики и создают угрозу для безопасности людей. Метеорологическое явление оценивается как стихийное тогда, когда оно достигает определенных критических значений. В Украине стихийными могут быть около двадцати явлений погоды, за которыми гидрометеослужба проводит регулярные наблюдения и предупреждает население. Наиболее опасными явлениями холодного периода являются сильные снегопады, гололед, налипание мокрого снега, сложные отложения. Убытки, которые наносят отраслям экономики эти явления, исчисляются миллиарды гривен, приводят к человеческим жертвам, пагубно влияют на экономику и экологию страны.

Снегопад в Украине является стихийным явлением, если за 12ч и менее выпадает 20мм осадков и более. Стихийные снегопады в Украине наблюдаются каждый год. Такая повторяемость характерна для южных и западных регионов страны. На севере они бывают вдвое реже – каждый второй год, а на востоке страны явление такой интенсивности возможно каждые четыре-пять лет. Возникают сильные снегопады в основном в период с октября по апрель, хотя возможны также в сентябре и мае. С конца XX века в Украине наблюдается тенденция к увеличению количества стихийных снегопадов, которая существенно усилилась в начале XXI века. Стихийным явлением в Украине также является налипание мокрого снега диаметром 35 мм и более. Это явление имеет очень локальное распределение, образуется на незначительной территории и наблюдается почти каждый год. На западе и юге страны налипание мокрого снега катастрофических размеров, наблюдаются каждые два года. Они образуются преимущественно на юго-западных склонах Карпат, в Предкарпатье, горном Крыму, Одесской и Николаевской областях. В центральных и восточных областях страны явление такой интенсивности бывает каждые три-четыре года. Наиболее вероятной областью их образования являются юго-западные склоны Донецкого кряжа и Приднепровской возвышенности. Образуется явление преимущественно с октября по апрель, чаще в декабре-феврале. С конца XX века в Украине наблюдается тенденция к увеличению количества случаев сильного налипания мокрого снега. Эта тенденция характерна для всех регионов Украины.

Стихийные сложные отложения в Украине имеют диаметр 35 мм и более. Они, создавая большие нагрузки, вызывают аварийные ситуации на линиях связи и электропередач, наносят значительный ущерб органам энергетики и связи, сельскому, лесному, жилищно-коммунальному хозяйству, транспорту страны. По территории Украины сложные отложения распределены неравномерно, поскольку при их образовании значительную роль играют не только атмосферные процессы, но и местные условия: широта и высота местности, форма рельефа, экспозиция склонов, залесенность и другие факторы. Наибольшую повторяемость это явление имеет в Крыму и Карпатах, где наблюдается почти каждый год, преимущественно в одном административном районе и редко распространяется на большую площадь. В этих регионах отложения имеют наибольший диаметр и сохраняются дольше. На востоке страны СМЯ бывают один раз в

три года, имеют меньший диаметр и продолжительность, хотя распространяются на большую территорию. В центральных областях Украины СМЯ возможны раз в 9 лет. Они локальны, небольшого диаметра и продолжительности. Сложные отложения катастрофического размера в Украине могут формироваться с ноября по апрель, чаще в декабре-январе. С конца XX века в Украине, за исключением южных и центральных областей, наблюдается тенденция к увеличению числа случаев стихийных сложных отложений.

Гололед становится стихийным метеорологическим явлением в Украине, когда его диаметр превышает 20 мм. В связи с многообразием факторов, которые влияют на образование сильного гололеда, его пространственное распределение характеризуется большой неоднородностью. В Украине сильные гололеды наблюдаются каждые два-три года. Такая повторяемость характерна и для восточных областей страны. В южных и центральных областях СМЯ бывает вдвое реже – каждые пять-шесть лет, а на западе страны – не один раз в двадцать лет. В северных областях Украины СМЯ такой интенсивности наблюдаются редко и имеют локальный характер. Наибольшая повторяемость сильных гололедов наблюдается на юго-востоке и востоке Украины, особенно на Донецком кряже и Приазовской возвышенности. В этом регионе СМЯ бывают каждые три-пять лет, имеют наибольший диаметр и продолжительность, распространяются на территории одного-трех административных районов. Сильный гололед в Украине наблюдается с октября по апрель. На большинстве территории страны выделяются два максимума в его годовом ходе: ноябрь и февраль-март. С конца XX века количество сильных гололедов за год увеличивается, особенно на западе Украины.

Таким образом, в холодный период года в Украине с конца XX века наблюдается тенденция к увеличению количества стихийных явлений, которая имеет региональные проявления, связанные с изменением их условий формирования на этой территории.

ОЦЕНКА И ПРОЕКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В БАССЕЙНЕ р. ДНЕСТР

Балабух В.А., Краковская С.В., Набиванец Ю.Б.
Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт МНС и НАН Украины, Украина

Одним из главных проявлений региональных климатических изменений в Украине на фоне глобальных процессов потепления является существенное повышение температуры воздуха, изменение структуры атмосферных осадков, увеличение количества опасных метеорологических явлений и экстремальных погодных условий. Эти процессы характерны и для бассейна Днестра.

Проведенные исследования изменения климата в регионе показали, что с 90-х гг. XX века наблюдается значимая тенденция к изменению термического режима, которая проявилась, прежде всего, в росте температуры воздуха, как средней за месяц так и за год. Существенно увеличилась максимальная и, особенно, минимальная температура. Такие изменения привели к увеличению продолжительности теплого периода, числа жарких дней, тропических ночей. Рост температуры наблюдается не только у поверхности земли, но и в средней тропосфере. Вместе с ростом влагосодержания атмосферы это привело к повышению уровня конвекции и мощности конвективно-неустойчивого слоя атмосферы, а также существенному увеличению величины конвективно-доступной потенциальной энергии и, соответственно, скорости вертикальных движений. В последние годы эти тенденции значительно усилились. Вследствие таких изменений в бассейне Днестра увеличилась интенсивность конвекции, и соответственно, количество сильных ливней, града, шквала, число дней с грозой. Изменилась также структура осадков: вырос вклад сильных дождей и ливней в сумму осадков теплого периода и, соответственно, в годовую сумму. Увеличилось количество таких явлений и их интенсивность, что привело к увеличению количества осадков в теплый период. Но поскольку осадки имеют преимущественно ливневой характер и выпадают локально, это привело с одной стороны к увеличению риска паводков, а с другой стороны – к увеличению засушливости. Наиболее ярко эти тенденции проявились в среднем и нижнем течении Днестра. В отличие от теплого периода, в холодный период количество осадков в бассейне Днестра уменьшилось. Такие изменения привели к тому, что годовое количество осадков в регионе изменилось не существенно.

Проведенная верификация региональных климатических моделей (REMO–ECHAM5; RegCM3–ECHAM5; HIRHAM5–ECHAM5; RM5.1(Aladin)–ARPEGE; RCA3–ECHAM5, RCA3–HadCM3 и RCA3–BCM) показала, что наиболее приемлемой для построения проекций изменения опасных метеорологических явлений и экстремальных погодных условий в бассейне Днестра является модель REMO института метеорологии Макса-Планка (Гамбург, Германия), построенная на данных модели общей циркуляции атмосферы и океана ECHAM5. По данным этой модели, полученным в рамках Европейского проекта FP-6 ENSEMBLES для сценария SRES A1B с разрешением 25 км, анализировались проекции изменения опасных метеорологических явлений и экстремальных погодных условий в бассейне Днестра на период 2021-2050гг. Результаты моделирования показывают, что увеличение экстремальных погодных условий, а именно: уменьшение числа дней с морозом и с очень низкими ночными температурами, увеличение числа жарких дней, волн тепла, числа дней с сильными и очень сильными осадками, которые отмечались в бассейне Днестра с конца XX века, весьма вероятно, будут наблюдаться и в середине XXI века, при этом их повторяемость вырастет. Существенно увеличится интенсивность и максимальное количество осадков за сутки, особенно

в теплый период. К середине XXI века можно ожидать увеличения средней за год максимальной и, особенно, минимальной температуры воздуха. Этот рост составит 1,2–1,5°C по сравнению с климатической нормой и будет наиболее значительным в нижнем течении Днестра. Наиболее значительный рост температуры воздуха возможен в холодный период, особенно в зимние месяцы. Поскольку увеличение температуры будет сопровождаться незначительным изменением скорости ветра, это приведет к тому, что зима в бассейне Днестра станет мягче и перейдет из категории «умеренно суровая» в категорию «малосуровая». В теплый период существенный рост температуры воздуха будет сопровождаться незначительным увеличением осадков, изменением их структуры и приведет к усилению засушливости, особенно в нижней части бассейна и увеличению риска паводков. К середине нынешнего столетия число морозных дней в бассейне Днестра может сократиться на 2–3 недели и, соответственно, увеличится продолжительность теплого периода, вегетационного периода и периода активной вегетации за счет более раннего наступления весны и удлинения лета, вырастет их теплообеспеченность. Эти изменения усилят агроклиматический потенциал территории, особенно в нижнем и среднем течении Днестра, и будут способствовать получению больших урожаев основных сельскохозяйственных культур.

Исследования проводились в рамках проекта «Днестр-III: наводнения и климат. Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр», который проводился по инициативе ENVSEC, при поддержке ОБСЕ, UNECE и UNEP в сотрудничестве с государственными и неправительственными организациями Молдовы и Украины.

ОЦЕНКА ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕМНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Богданов М.Б., Ефремова Т.Ю., Катрущенко А.В.
Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского,
Российская Федерация

Исследование времени реакции и чувствительности земной климатической системы (ЗКС) к внешнему радиационному воздействию в последнее время привлекает к себе большое внимание в связи с изучением проблемы глобального изменения климата. При этом ЗКС рассматривается как линейная динамическая система, испытывающая воздействие ряда факторов, одним из которых является связанное с солнечной активностью изменение глобальной инсоляции. Основной трудностью, с которой приходится сталкиваться при оценке отклика ЗКС на изменение инсоляции, является наличие дополнительных факторов, оказывающих воздействие на глобальную температуру. Влияние этих факторов может иметь как случайный (флуктуации концентрации вулканического аэрозоля), так и циклический характер (явление Эль-Ниньо, Северо-Атлантическое колебание, квазидвухлетний цикл и т.п.). Ранее нами была предложена методика восстановления импульсной передаточной характеристики ЗКС $h(t)$ [1]. При этом ЗКС рассматривалась как инвариантная во времени линейная система, входом которой является изменение солнечной постоянной $\Delta I(t)$, а выходом – аномалии глобальной температуры $\Delta T(t)$. Суммарное воздействие всех других факторов рассматривалось как случайный шум. Возможность получения устойчивого решения данной некорректно поставленной обратной задачи обеспечивалась выбором специального множества функций, на котором проводился его поиск - компактное множество выпуклых вниз, монотонно невозрастающих, неотрицательных функций. Такое ограничение решения предполагает, что ЗКС может быть линейной системой первого порядка или совокупностью подобных независимых подсистем с разными постоянными времени. Результаты восстановления $h(t)$ на интервалах времени длиной до 100 мес. показали, что она представляет собой быстро убывающую функцию, практически не отличающуюся от нуля для $t > 3$ мес. Среднее значение эквивалентной постоянной времени оказалось равным 1.04 ± 0.17 мес., а чувствительность ЗКС к изменению внешнего радиационного воздействия на верхней границе атмосферы составляет 0.41 ± 0.05 К $Вт^{-1}м^2$.

Целью настоящей работы является оценка частотной характеристики ЗКС в области высоких частот, по-прежнему рассматривая ее как инвариантную во времени линейную систему. Для решения задачи мы использовали классический цифровой спектральный анализ случайных процессов, предполагая, что изменение солнечной постоянной $\Delta I(t)$ играет роль зондирующего сигнала, а все другие факторы, влияющие на выходной сигнал $\Delta T(t)$, включая и погрешности наблюдений, не зависят от зондирующего сигнала и их взаимные спектры мощности равны нулю. При выполнении этого условия, частотная характеристика ЗКС $H(f)$ может быть найдена как отношение взаимного спектра мощности рядов $\Delta I(t)$ и $\Delta T(t)$ к спектру мощности ряда $\Delta I(t)$ [2]. В свою очередь, знание $H(f)$ позволяет найти амплитудно-частотную характеристику и фазово-частотную характеристику системы. Данный подход независим от предыдущего и позволяет получить информацию о скорости реакции ЗКС на внешнее радиационное воздействие. При этом не накладывается никаких ограничений на возможный вид частотной характеристики.

Как и при восстановлении импульсной передаточной характеристики [1], для анализа частотной характеристики ЗКС мы использовали среднемесячные значения композитного ряда изменений величины солнечной постоянной PMOD TSI с января 1976 г. по май 2009 г. с вычтенным

средним значением 1365.9175 $Вт м^{-2}$. В качестве выходного сигнала ЗКС был взят ряд аномалий глобально усредненных среднемесячных значений приповерхностной температуры (суша + океан) ERSSTv3b, измеренных за тот же интервал времени. Из ряда температуры был вычтен линейный тренд, а также синусоида с годичным периодом и ее две первые гармоники. Параметры тренда, амплитуды и начальные фазы синусоид оценивались методом наименьших квадратов. Полученная амплитудно-частотная характеристика ЗКС оказалось достаточно ровной и отличной от нуля вплоть до частоты Найквиста 0.5 мес $^{-1}$. Единственный резонансный пик, статистическая значимость которого невысока, наблюдается на средней частоте квазидвухлетнего цикла. Эти результаты подтверждают высокую скорость реакции ЗКС на изменение внешнего радиационного воздействия и согласуются с полученной ранее оценкой импульсной передаточной характеристики, давшей для ее эквивалентной постоянной времени значение 1.04 ± 0.17 мес.

Список использованных источников:

1. Богданов М.Б., Ефремова Т.Ю., Катрущенко А.В. Исследование реакции земной климатической системы на изменение солнечной постоянной. // Погода и климат: новые методы и технологии исследований (к 50-летию организации кафедры метеорологии и охраны атмосферы в Пермском государственном университете). Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 2010. С.49-52.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Применения корреляционного и спектрального анализа. М.: Мир, 1983. 312 с.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Богданова Р.Н.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Российская Федерация

В Приволжском федеральном округе (ПФО) в последние десятилетия наблюдается заметное уменьшение континентальности климата, главным образом, вследствие увеличения зимних температур, участвовавших теплых зим (за исключением зим 2005/06 и 2009/10 годов), представляет практический интерес рассмотрение динамики климатических характеристик отопительного периода.

Климатические характеристики отопительного периода (ОП) широко используются в производственной деятельности и жилищно-коммунальном хозяйстве для разработки нормативов запасов и расходов топлива в том или ином географическом регионе; установления режима деятельности различных энергетических служб; обоснования стратегии функционирования и развития всего топливно-энергетического комплекса.

Для получения основных климатических характеристик отопительного периода: оценок даты начала и окончания ОП, средней продолжительности ОП, средней температуры ОП, самой ранней и поздней даты начала ОП и самой ранней и поздней даты окончания ОП, минимальной и максимальной продолжительности ОП, а также минимальных и максимальных значений температуры ОП в работе использовались среднесуточные значения температуры воздуха на 19 станциях ПФО за период 1966–2009 гг.

Анализ этих данных показывает, что в среднем отопительный период на большей части территории ПФО начинается в период 21 сентября – 17 октября, а заканчивается – 19 апреля – 14 мая. Средняя продолжительность ОП колеблется в пределах 50 дней - от до 236 дней, а средняя температура ОП по региону меняется от -3,4 до -7,9°C.

Показатели затрат энергии на обогрев в холодный период имеют большое практическое значение. Индекс потребления топлива представляет собой сумму отрицательных отклонений средней суточной температуры каждого дня месяца (года) от 18,3°C. Индекс вычисляется для каждого месяца каждого года, но год начинается не с января, а с июля. Температура 18,3°C является порогом комфортности. Если температура ниже этого порога, то следует обогревать помещение. Индекс потребления энергии служит характеристикой затрат энергии на обогревание, он меняется по территории ПФО примерно в пределах от 5000 до 6087 градусодней.

ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И СУТОЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СНЕГОПАДОВ, ОТРАЖАЮЩИЕСЯ В РАСХОДАХ НА УБОРКУ МАГИСТРАЛЕЙ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ

Борзенкова А.В., Шмакин А.Б.
Институт географии РАН, Российская Федерация

В работе проведено исследование изменений характеристик осадков холодного сезона за период 1950–2006 гг. на территории России и отражения этих изменений в условных расходах на уборку снега в некоторых российских городах (Москва, Санкт-Петербург, Псков, Ханты-Мансийск и Петропавловск-Камчатский).

Из архива ВНИИГМИ-МЦД (<http://www.meteo.ru>), включающего данные по 223 станциям на территории бывшего СССР, был произведен отбор дней с осадками при T воздуха < 0 , расчет ежегодного количества осадков при данной T , а также расчет числа дней с осадками при T воздуха < 0 градаций 0–2, 2–5, более 5 мм/сутки и число серий пятимиллиметровых сумм осадков (характеристика, отражающая расходы на уборку снега с дорожных магистралей). При этом считалось, что 1 см свежеснежавшего снега примерно эквивалентен 1 мм воды, соответственно, полученные параметры можно условно называть «количеством твердых осадков» и «числом снегопадов данной интенсивности». По числу серий пятимиллиметровых сумм осадков и длине дорог в исследуемых городах вычислялись условные расходы на уборку снега. Для периодов 1950–1980 и 1989–2006 гг. проводились сравнения средних значений и оценка статистической значимости изменений исследуемых параметров осадков. Кроме того, для каждой станции в вышеуказанные периоды, а также 1950–1974, 1975–2006 и 1950–2066 гг. были рассчитаны коэффициенты корреляции исследуемых характеристик снега в январе со значениями индексов атмосферной циркуляции NAO, PNA и SCAND.

В ходе работы были получены следующие выводы:

- 1) Общее количество осадков при отрицательной температуре воздуха в большей степени зависит от экстремальных снегопадов, чем от слабых; распределение числа слабых снегопадов зависит в основном от температурных факторов, сильных – от факторов выпадения осадков.
- 2) При общей тенденции к увеличению количества снега на территории России за период 1989–2006 гг. по сравнению с периодом 1950–1980, произошло уменьшение числа слабых снегопадов, статистически значимое на большей части территории страны; количество снегопадов средней и большой интенсивности увеличилось на востоке ВЕР и в Западной Сибири, уменьшилось на северо-востоке Сибири.
- 3) В период 1950–1974 гг. в формировании поля характеристик осадков января доминировал циркуляционный механизм SCAND, 1975–2006 гг. были периодом усиления положительной фазы NAO' при сохранении сильного влияния SCAND. PNA на территории России проявляется не столь значительно, в основном на востоке страны, а также на юго-востоке ЕТР и на Урале.
- 4) В целом в городах Москва и Ханты-Мансийск наблюдается рост условных расходов на уборку магистралей от снега, связанный с интенсивным ростом этих городов. В городах Санкт-Петербург и Петропавловск-Камчатский условные расходы на уборку снега сокращаются (без учета зим 2009–2011 гг.), при этом там существенную роль в изменении этого экономического показателя сыграл метеорологический фактор. В Санкт-Петербурге в период 1980-х годов он даже перевесил социально-экономический фактор роста населения города. В Пскове наблюдается тенденция к снижению расходов на уборку снега, что связано с сокращением численности населения.

СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА РОССИИ КАК ИНДИКАТОРА СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Булыгина О.Н.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Российская Федерация

В последние десятилетия происходят значительные изменения климата, как в глобальном масштабе, так и на региональном уровне. На состояние снежного покрова оказывают влияние изменения, наблюдаемые в температурном режиме, режиме осадков, ветра и т.д. Изменения характеристик снежного покрова, в свою очередь, оказывают влияние на температурный режим и т.д. В докладе состояние снежного покрова России рассматривается в контексте роста среднегодовой температуры воздуха, осредненной по территории страны в целом, уменьшения летом в северном ледовитом океане площади, покрытой льдом, увеличения в западной части Евразии числа оттепелей и других факторов, характеризующих современные изменения климата.

Для характеристики состояния снежного покрова на территории России и его изменений использованы его основные характеристики (продолжительность залегания снежного покрова, его максимальная за зимний период высота, плотность, запас воды в снеге) вплоть до 2011 года. Используются массивы ежедневных данных о высоте снежного покрова и степени покрытия снегом окрестностей станции для 820 метеостанций России и данных маршрутных снегомерных съемок на 958 станциях, подготовленные во ВНИИГМИ-МЦД. Для исследования использован период с 1966 по 2011 гг., т.к. после 1965 года не было нарушений однородности, вызванных изменением процедуры наблюдений.

Анализ изменений характеристик снежного покрова проводился по данным в точке и по рядам средних для 18 квази-однородных климатических регионов характеристикам.

В результате исследования выявлены региональные особенности в изменениях характеристик снежного покрова. Максимального за зиму запаса воды в снеге увеличивается в северной половине Восточно-Европейской равнины, в южной части лесной зоны Западной Сибири, в центре Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Только на юго-западе Восточно-Европейской равнины по данным маршрутных наблюдений в лесу обнаружена тенденция уменьшения влагозапаса. Практически на всей территории России уменьшается плотность снега. В большинстве регионов России увеличивается максимальная высота снежного покрова. Только в Забайкалье за счет сокращения твердых осадков и значительного роста весенней температуры наблюдается уменьшение максимальной за зимний период высоты снежного покрова.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Георгиевский В.Ю., Шалыгин А.Л.
ФГБУ «ГГИ», Россия

Проблема оценки гидрологических характеристик и их прогнозирования на перспективу относится к числу наиболее актуальных в научной гидрологии. Она непосредственно связана с решением важнейших практических задач по планированию водообеспечения населения и экономики, развитию гидроэнергетики, обоснованию водохозяйственных мероприятий.

Используемые до сих пор методы оценки гидрологических характеристик разработаны на основе изучения закономерностей многолетних колебаний стока и основываются на концепции стационарности гидроклиматических условий в прошлом и в обозримом будущем. В настоящее время правомочность этой концепции поставлена под сомнение в связи с происходящими процессами глобального потепления климата, которые уже привели в ряде регионов к существенным изменениям водного режима рек. С учетом высокой вероятности продолжения потепления в течение нынешнего столетия становится очевидным, что проблема оценки климатообусловленных изменений водных ресурсов и водного режима перешла из разряда теоретических в совершенно практические.

В соответствии с разработанной в ГГИ методологией, основой диагноза современных изменений речного стока является комплексный статистический анализ динамики годового, сезонного, месячного, максимального и минимального стока средних рек с наиболее длительными рядами наблюдений и минимальным влиянием хозяйственной деятельности.

Наиболее значительные изменения произошли с конца 1970-х гг. в бассейне Волги. Значительно увеличилась водность межени, особенно зимней, повысился минимальный сток рек. В западной части бассейна изменились границы гидрологических сезонов – если раньше в марте наблюдалась устойчивая межень, то теперь уже начинается весеннее половодье. Значительно возросла и межгодовая изменчивость водного режима рек, особенно зимнего стока. Изменения межени стока стали столь значительными, что его многолетние ряды нельзя уже рассматривать как однородные (стационарные).

Установлено, что основным фактором изменения режима стока в бассейне является значительное повышение (на 1.5–3.0°C) температуры воздуха в январе–марте. Увеличились количество оттепелей и их продолжительность. Возросли суммы осадков в зимний и летне-осенний периоды. При этом наиболее значительные изменения произошли в течение относительно небольшого промежутка времени в конце 1970-х годов, что послужило причиной нарушения однородности рядов стока.

Стаивание снега во время зимних оттепелей привело к тому, что на многих реках бассейна Волги произошло снижение объемов стока весеннего половодья, а также наметились отрицательные тренды максимальных расходов воды, причем в бассейне Оки, в южной части бассейна Камы и практически на всей Нижней Волге эти тренды статистически значимы.

Суммарные водные ресурсы Волги за 1978–2010 гг. выросли в среднем на 34 км³/год или на 15% по сравнению с периодом 1930–1977 гг., причем в значительной мере – за счет роста межени-

ного стока. Такая ситуация является необычной, так как ранее все значительные маловодные и многоводные фазы определялись, прежде всего, величиной стока весеннего половодья. Вместе с тем, на большинстве рек бассейна изменения годового стока пока происходят в пределах естественной изменчивости.

Произошедшие изменения позволили прийти к заключению, что с конца 1970-х годов в бассейне Волги сформировался новый квазистационарный режим стока.

В докладе рассматриваются возможные подходы к оценке будущих характеристик стока в бассейне Волги с учетом выявленных особенностей современного водного режима и климатических сценариев, разработанных на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО).

Делается вывод, что произошедшие и прогнозируемые климатообусловленные изменения водного режима рек должны учитываться при разработке водохозяйственных планов и мероприятий по снижению негативного воздействия вод на экономику и население. При этом необходимо рассматривать несколько вариантов гидроклиматических условий будущего, что обусловлено значительной неопределенностью будущих параметров речного стока, особенно в отношении возникновения экстремальных по водности лет или их группировок.

О КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Гоголь Ф.В., Гимранова А.Б.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Оценка континентальности климата различных регионов в настоящее время представляется вполне актуальной задачей в связи с тем, что именно в последние десятилетия наблюдаются наиболее значимые изменения приземной температуры воздуха, как на глобальном, так и на региональном уровнях. Целью настоящего исследования стало выявление пространственно-временных особенностей изменения степени континентальности климата на территории Приволжского Федерального Округа (ПФО) за период с 1954 по 2009 гг.

Все известные индексы континентальности климата основаны на учете годовой амплитуды приземной температуры воздуха. Для оценки континентальности климата на территории ПФО рассчитывались годовые амплитуды температуры воздуха и индексы, предложенные Л. Горчинским и С.П. Хромовым. В результате удалось сформулировать следующие основные выводы:

– Построенные многолетние карты годовых амплитуд приземной температуры воздуха указывают на то, что годовые амплитуды увеличиваются, как этого и следовало ожидать, с запада (северо-запада) на восток (юго-восток). При этом максимальные годовые амплитуды температуры воздуха наблюдаются на юго-востоке ПФО и составляют около 40°C, минимальные же амплитуды отмечаются в западной части ПФО и составляют около 32°C.

– Следует отметить, что на всей территории ПФО наблюдается уменьшение годовых амплитуд температуры воздуха, климат становится менее континентальным. Скорости уменьшения годовых амплитуд колеблются в пределах от 0,3°C/10 лет на севере ПФО до 0,6-0,7 °C/10 лет в центральной и южной части ПФО.

– Построенные многолетние карты значений индексов континентальности климата показывают, что континентальность увеличивается с запада (северо-запада) на восток (юго-восток), как по Хромову, так и по Горчинскому. При этом изменчивость индексов для территории ПФО различна. Так, например, значения индекса континентальности по Горчинскому в пределах ПФО колеблются от 45% на западе до 65% на юго-востоке, а по Хромову от 86% на западе до 89% на юго-востоке.

– Установлено, что за исследуемый период на территории ПФО отмечается уменьшение значений индексов континентальности как по Горчинскому, так и по Хромову, скорость уменьшения континентальности варьируется в пределах от 0,5%/10 лет до 1,3%/10 лет, и от 0,05%/10 лет до 0,2%/10 лет соответственно.

Резюмируя, отметим, что в целом на территории ПФО за последние 60 лет происходит уменьшение континентальности климата, в среднем климат становится более мягким, однако, следует подчеркнуть, что в отдельные годы (сезоны) погодные условия на территории ПФО могут значительно отличаться от средних многолетних.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РАВНИННЫХ РЕКАХ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р.
Одесский государственный экологический университет, Украина

В формировании стока рек, как результата сложного комплекса взаимодействующих физико-географических факторов, решающая роль принадлежит климату. По рекомендациям Всемирной метеорологической организации, для характеристики особенностей климатических условий территорий до сих пор используются стандартные климатические нормы – осредненные метеорологические величины за период 1961–1990 гг. [1-3]. При этом отличия в среднемноголетних значениях, полученных за период 1961–1990гг. и весь период наблюдений, незначительные и составляют для температур воздух – 0.1–0.5°C, а для осадков – 1–5 мм [1]. Однако, как отмечено в [2], период осреднения в пределах стандартной климатической нормы часто не отвечает всему периоду стоковых наблюдений на реках.

Анализируя вековой ход глобальной, и в соответствии с ней – региональной температуры воздуха, на территории Украины выделяют [1,3] три периода его временных изменений: первый (конец XIX-го – 40-е годы XX-го столетий; 1881–1940 гг.) – период первичного глобального потепления, который характеризовался значительным ростом температуры воздуха; второй (начало 50-х – конец 70-х годов XX-го столетия; 1951–1980 гг.) – период стабилизации глобальной температуры, когда температуры воздуха были близкими к величинам в предыдущего периода; третий (с конца 70-х годов XX столетия по настоящее время) – период с новым интенсивным повышением глобальной температуры воздуха и с резкими положительными аномалиями в последние десятилетия (при более интенсивном потеплении в зимние месяцы). В конце XX-го – начале XXI столетия повышение температурного фона отмечается во все времена года, за исключением отдельных месяцев [3].

В соответствии с изменениями атмосферной циркуляции и глобальным потеплением климата, по данным многолетних исследований, результаты которых обобщены в современной монографии «Климат Украины» [1], установлено, что за вековой период наблюдений отмечается повышение среднегодовой температуры воздуха: на территории Полесья и в Лесостепи на 0.7–0.9°C, в Степной зоне – на 0.2–0.3°C. Наиболее ощутимым оно становится в зимний (до 1.5°C в Полесье и Лесостепи и 0.7°C – в Степной зоне) и весенний (за счет марта) – в целом до 0.8°C, сезоны, то есть первые месяцы года. Для января такое повышение температуры воздуха достигает 2.0°C за 100 лет [1, 2]. За период 1991–2000 гг. потепление на территории Украины наблюдается во все месяцы года [1].

В данной работе оценены многолетние изменения характеристик зимне-весеннего сезона в связи с общей тенденцией повышения глобальной и региональной температур воздуха в последние годы. Установлено, что в современных климатических условиях на территории равнинной Украины наблюдается положительная за многолетний период тенденция повышения среднемесячных температур воздуха в зимне-весенние месяцы; имеется нисходящий тренд с 80-90-х годов прошлого столетия для максимальных глубин промерзания почв, смещения к более ранним датам наступления максимальных снегозапасов и, как следствие, дат развития весенних процессов. Тенденция во временных рядах максимальных запасов воды в снежном покрове и весенних осадков менее выражена. При таких особенностях временных изменений комплекса

гидрометеорологических факторов имеет место направленность к уменьшению слоев стока и максимальных расходов воды весеннего половодья, что необходимо учитывать при проведении гидрологических расчетов и прогнозов [4].

В частности, в методе территориальных долгосрочных прогнозов слоев стока и максимальных расходов воды половодья, где в качестве базовых выступают среднемноголетние величины слоев стока и максимальные расходы воды весеннего половодья, предлагается при ограниченности исходных данных по гидрологическим наблюдениям на реках введение поправочных коэффициентов на уменьшение стоковых характеристик за последнее десятилетие (2001–2010 гг.) к их среднемноголетним величинам, полученных в методике прогнозов за период до 2000 г. В дальнейшем уточнение среднемноголетних значений характеристик весеннего половодья необходимо осуществлять каждое десятилетие, поскольку в последующие годы направление отмеченных тенденций может измениться.

Список использованных источников:

1. Клімат України /За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – Київ: Вид-во Раєвського, 2003.–343с.
2. Вишневський В.І. Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України – К.:Ніка-Центр, 2003.–324с.
- 3.Клімат України:у минулому...і майбутньому?/ М.І.Кульбіда, М.Б.Барабаш, Л.О.Єлістратова, Т.І.Адаменко, Н.П. Гребенюк, О.Г.Татарчук, Т.В.Корж/ За ред. М.І.Кульбіди, М.Б.Барабаш: Монографія.–К.:Сталь,2009.–234с.
4. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: Монографія – Одеса: Екологія, 2011. – 336 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТАЦИОНАРНОСТИ И ОДНОРОДНОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА р. ДНЕСТР

Горбачёва Л.А.

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Украина

Сегодня учёные всего мира исследуют влияние изменений климата на водный сток рек. Во многих публикациях представлены результаты таких исследований, в которых оценка стационарности и однородности рядов наблюдений выполняется разными методами. Так, популярным методом оценки стационарности рядов наблюдений является оценка статистической значимости их линейных трендов. Широко применяются также статистические критерии Стьюдента и Фишера. Общепринятым является исследование изменений водного стока за последние десятилетия по отношению к предыдущему периоду. При этом, используются периоды как рекомендованные ВМО, так и определённые авторами самостоятельно. Понятно, что у разных авторов и периоды разные для одного и того же водного объекта. В то время как в природе, если и происходят изменения, то они имеют одну точку перелома. Как правило, исследователи ограничиваются применением только одного или двух методов оценки однородности и совершенно не учитывают циклические колебания водного стока рек. С одной стороны такие подходы считаются вполне приемлемыми, но с другой стороны, это не позволяет достоверно определить причины нарушения стационарности рядов наблюдений. Обычно авторы обнаруженную неоднородность рядов просто объясняют влиянием изменений климата. Поэтому, актуальной задачей является разработка методики оценки стационарности рядов наблюдений, которая позволяла бы оценивать результаты, полученные разными методами, и учитывала циклические колебания водного стока. Такое исследование было выполнено для бассейна р. Днестр на основе анализа многолетней динамики среднегодового, максимального и минимального стока.

Оценка стационарности рядов наблюдений выполнялась на основе оценки статистической значимости линейных трендов. Для оценки однородности рядов использованы как суммарных интегральные кривые, так и статистические критерии Фишера и Стьюдента при 5-% уровне значимости с учетом внутрирядных и межрядных корреляционных связей. Определение закономерностей в циклических колебаниях выполнялось на основе разностно-интегральных кривых. Анализ среднегодового, максимального (дождевые паводки) и минимального стока в бассейне р. Днестр выполнен по данным наблюдений выбранных бассейнов-индикаторов (правобережные и левобережные притоки р. Днестр), а также для некоторых пунктов наблюдений, которые расположены непосредственно на р. Днестр. Выбранные бассейны-индикаторы отражают условия формирования стока в трёх частях бассейна р. Днестр, а именно Карпатской, Волыно-Подольской и Нижней.

Многолетняя динамика среднегодового, максимального и минимального стока в бассейне р. Днестр характеризуется наличием статистически значимых и не значимых трендов. Для некоторых постов статистически значимый тренд в рядах наблюдений появлялся и исчезал несколько раз. Таким образом, на фоне общей намечающейся тенденции увеличения или снижения стока за весь период наблюдений на гидрологических постах имеются достаточно продолжительные колебания, достигающие нескольких десятков лет, которые изменяют тенденцию тренда с возрастающей на убывающую или наоборот. Анализ разностно-интегральных кривых показывает, что такие тенденции (увеличения или снижения) напрямую зависят от наличия многоводной или маловодной фаз гидрологического режима.

Статистически значимые тренды появляются в рядах, которые имеют почти полный цикл, полный цикл или полный цикл с конечной и начальной фазами смежных циклов. Наличие такой цикличности в рядах наблюдений при оценке однородности за критериями Фишера и Стьюдента, а также стационарности на основе оценки статистической значимости линейных трендов фактически приводит к сравнению многоводной и маловодной фаз водности, что естественно является не корректным. Понятно, что эти две фазы водности не могут иметь близкие значения дисперсий и средних значений априори. Таким образом, игнорирование цикличности при исследованиях стационарности рядов наблюдений приводит к ложным результатам, когда обнаруженная якобы не стационарность приписывается к влиянию изменений климата. Действительно, на графиках суммарных интегральных кривых, которые были построены для всех исследуемых гидрологических постов и всех видов стока воды в бассейне р. Днестр каких-либо существенных точек перелома направлений кривых не обнаружено, что указывает на однородность рядов наблюдений, т.е. отсутствие влияния как антропогенных факторов, так и проявления климатических изменений.

Оценка стационарности (однородности) рядов наблюдений должна выполняться только с учётом циклических колебаний водного стока. Применение обобщённых критериев Фишера и Стьюдента является очень ограниченным (гидрологические ряды часто имеют одновременно внутрирядные и межрядные корреляционные связи, работают в ограниченном диапазоне и т.д.), поэтому при их использовании необходимо также применять простой, но очень надёжный метод – суммарную интегральную кривую.

Исследование выполнено в рамках проекта «Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр» («Днестр-III: наводнения и климат»), проект инициативы ENVSEC.

РАСЧЁТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК И РУЧЬЁВ ЗАКАРПАТСКОЙ ВОДНОБАЛАНСОВОЙ СТАНЦИИ

Горбачёва Л.А., Баужа Т.А.
Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Украина

В последнее время в связи с глобальными и региональными изменениями климата для получения достоверных результатов исследований, а также для определения расчётных характеристик временных рядов актуальной задачей является оценка однородности и стационарности исходных гидрометеорологических данных наблюдений. Именно поэтому, целью данной работы является анализ однородности и стационарности внутригодового стока рек и ручьёв Закарпатской воднобалансовой станции, что позволит в дальнейшем получить их расчётные характеристики.

Для оценки стационарности и однородности рядов наблюдений были использованы: суммарные и разностно-интегральные кривые гидрометеорологических характеристик, статистические критерии Стьюдента и Фишера, а также использовалась оценка статистической значимости линейных трендов. Анализ однородности и стационарности гидрометеорологических рядов наблюдений выполнен для сезонных (весна, лето, осень, зима) расходов воды, температуры воздуха и осадков.

Вид всех суммарных кривых гидрометеорологических характеристик указывает на однородность данных наблюдений, так как они не имеют каких-либо точек перелома в направлениях. Статистически значимые тренды обнаружены лишь в 7 случаях из 64 исследованных рядов наблюдений по сезонным расходам воды рек и ручьёв, в 2 случаях из 8 по сезонной температуре воздуха и в 3 случаях из 12 по сезонным атмосферным осадкам. Наличие статистически значимых или статистически незначимых трендов в данных наблюдений имеет периодический характер, которое зависит не только от длительности наблюдений, но и от длины отдельных полных циклов и их возрастающих и убывающих фаз.

Таким образом, в целом, район исследований характеризуется стационарностью гидрометеорологических процессов формирования речного стока в бассейне реки Рика, что и позволяет применять аппарат математической статистики и теории функций распределения.

Анализ построенных за многолетний период разностно-интегральных кривых сезонных колебаний стока позволил выделить характерные периоды водности. Начало наблюдений во все сезоны (конец 50-х гг. 20 ст.) характеризуется периодом низкой водности. Весной с 1970 г. почти на всех реках и ручьях наблюдается маловодная фаза гидрологического цикла, а с 1993–1994 гг. на 10 пунктах из 16 – период высокой водности, который продолжается и сейчас. Лето и зима характеризуется двумя ярко выраженными фазами водности: до начала 80-х гг. 20 ст. – многоводная фаза, а после 1980 г. (для летнего периода) и 1982 г. (для зимнего периода) – маловодная фаза. Исключением являются 2 пункта наблюдений для зимнего периода: ручей Бранище – с. Лопушное, на котором до 1975г. наблюдается период низкой, а после – высокой водности и р. Студеный – с. Верхний Студеный, на котором маловодный период продолжается с 1966 г. по 1992 г. включительно. В осенний сезон до середины 60-х гг. 20 ст. для большинства пунктов наблюдается период низкой водности, а с 1989 г. – период высокой водности.

Согласно нормативным документам по определению расчётных гидрологических характеристик расчёт календарного внутригодового распределения стока при длительности рядов наблюдений

п, равной 15 годам и более, производится следующими тремя методами: компоновки, реального года и среднего распределения стока за годы характерной градации водности. Статистическая обработка рядов данных на 16 пунктах наблюдения в пределах ЗВБС была проведена по методу среднего распределения стока за годы характерной градации водности, так как он основан на статистической обработке данных продолжительных многолетних рядов стока и даёт достаточно надёжное и устойчивое во времени относительное (в % от стока за водохозяйственный год) распределение стока. Расчёт внутригодового распределения стока по исходным данным наблюдений производился по водохозяйственным годам, начинающимся с первого месяца многоводного сезона. Было выделено 3 группы водности: многоводные годы, средние по водности годы и маловодные годы. По значениям стока за отдельные водохозяйственные годы и расчётные внутригодовые интервалы времени были определены статистические параметры аналитических кривых вероятностей превышения и расчётные квантили: для маловодного года – 75 %, для среднего по водности года – 50 % и для многоводного года – 25 % вероятности превышения.

ОЦЕНКА СТАЦИОНАРНОСТИ ОСНОВНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ р. ДЕСНА

Горбачёва Л.А., Колянчук О.В.
Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Украина

В наше время одним из важных вопросов научных исследований является изменение климата и его влияние на водные ресурсы. Особенно важно иметь представление об изменениях максимального стока рек, поскольку высокие половодья и паводки часто приводят к негативным последствиям. Формирование максимального стока зависит от совокупности таких климатических факторов как температура воздуха, атмосферные осадки, запас воды в снеге и др. Много работ посвящено этому вопросу. В этих работах стационарность рядов наблюдений исследовалась на основании оценки статистической значимости линейных трендов, но при этом не рассматривались другие методы оценки однородности рядов наблюдений. Поэтому целью исследования является комплексный анализ многолетних колебаний гидрометеорологических характеристик весеннего половодья в бассейне р. Десна на основании оценки стационарности, однородности и цикличности колебаний рядов наблюдений. Характеристика района исследования достаточно детально описана в работе (Gorbachova & Kolianchuk, 2012).

Оценка стационарности основных гидрометеорологических характеристик весеннего половодья выполнена по данным наблюдений 6 гидрологических постов и 10 метеорологических станций на территории Украины и 2 гидрологическим постам и 9 метеорологических станций на территории Российской Федерации. Анализ выполнен по таким характеристикам: максимальные расходы воды за весеннее половодье, суммы отрицательных и положительных температур за зимний период, суммы осадков за период весеннего половодья, максимальных запасов воды в снеге.

Стационарность гидрометеорологических характеристик исследована на основании оценки значимости линейных трендов при 5 % уровне значимости. Однородность рядов наблюдений определялась на основе суммарной интегральной кривой. Проанализированы фазы циклических колебаний гидрометеорологических характеристик на основе разностных интегральных кривых.

На всех метеорологических станциях наблюдаются синхронные колебания температуры воздуха, максимальных расходов воды, атмосферных осадков и максимальных запасов воды в снеге, хотя все они расположены в разных частях исследуемой территории, что свидетельствует об однородности условий их формирования. Динамика максимальных расходов воды весеннего половодья в бассейне р. Десна на всех пунктах наблюдений имеет статистически значимые тренды, что свидетельствует о нарушении стационарности процессов формирования весеннего половодья. Вследствие этого, можно предположить, что основные метеорологические факторы в бассейне также имеют статистически значимые тренды. Однако анализ трендов показал, что статистически значимые тренды имеют только такие показатели как сумма отрицательных температур воздуха за зимний период и сумма осадков за весеннее половодье. Анализ разностно-интегральных кривых показал, что как максимальные расходы воды, так и сумма отрицательных температур воздуха за зимний период, и сумма осадков за весеннее половодье имеют не завершённые циклы, т.е. при оценке стационарности (однородности) статистическими методами происходит сравнение разных фаз циклических колебаний (возрастающей и убывающей), что является не корректным и, естественно, приводит к недостоверным результатам. Так, анализ однородности гидрометеорологических показателей по суммарным интегральным кривым пока-

зал, что все ряды наблюдений являются однородными, потому что каких-либо существенных точек перелома направлений кривых не обнаружено. Для всех рек бассейна в 1970 г. произошел переход от много- к маловодной фазы гидрологического цикла, которая длится до сих пор и окончания которой невозможно спрогнозировать. Для таких показателей как максимальные запасы воды в снеге и суммы отрицательных температур воздуха за зимний период начиная с 70 годов прошлого века наблюдается убывающая фаза циклических колебаний, т.е. уменьшение суммы отрицательных температур приводит к уменьшению твердых осадков и как следствие к уменьшению максимальных запасов воды в снеге. Это и обуславливает уменьшение максимальных расходов воды половодья в бассейне р. Десна с 1970 г. Суммы осадков за период весеннего половодья и суммы положительных температур воздуха за зимний период, наоборот, имеют возрастающую фазу циклических колебаний с 1986-1988 гг. Однако, рост этих показателей не имеет существенного влияния на формирование весеннего половодья, так как, например, доля осадков, выпадающих в период весеннего половодья, в общем стоке половодья составляет лишь 12-20 % (Фоменко Я.А., Николаев В.И., 1976).

Основные гидрометеорологические характеристики весеннего половодья в бассейне р. Десна являются стационарными. Статистически значимые тренды имеют временный характер, а гидрометеорологические ряды, в которых они проявляются, являются квазистационарными.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАСЕЙНА ОНЕГИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Горелиц О.В., Землянов И.В., Крыжов В.Н.*
 ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова»,
 Российская Федерация
 *ФБГУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Бассейн реки Онеги – один из крупнейших речных бассейнов северного склона Европейской территории России. Водный сток реки Онеги, поступающий в Онежскую губу Белого моря, формируется на водосборе, площадь которого достигает 56900 км², длина р. Онеги от истока до устья составляет 416 км. Замыкающим для бассейна р. Онеги является створ у с. Порог, среднегодовой объем стока в замыкающем створе за период 1943–2008 гг. равен 16 км³.

Среди крупнейших речных бассейнов севера ЕТР бассейн р. Онеги наименее подвержен антропогенному воздействию, по сравнению с бассейнами рек Северной Двины, Печоры и Мезени. В бассейне мало крупных населенных пунктов и промышленных предприятий, требующих значительных объемов воды для коммунального водоснабжения и обеспечения непрерывного производственного цикла. Изменчивость основных параметров гидрологического режима реки практически полностью определяется природными факторами. Поэтому анализ влияния современных климатических изменений на гидрологический режим р. Онеги представляет несомненный интерес.

Для оценки динамики водных ресурсов р. Онеги в XX веке и их современного состояния проведен анализ гидрологического режима и климатических изменений за 100-летний период. Показано, что на фоне общего роста водности реки в последние 20 лет (1989–2008 гг.) увеличился зимний сток (декабрь–март) – с 1,8 км³, что составляло 12% годового стока р. Онеги, до 2,5 км³ (15% годового стока). Характерной особенностью этого процесса является увеличение не только абсолютных величин зимнего стока, но и его доли в общем годовом стоке в замыкающем створе р. Онеги.

На основе данных наблюдений на метеорологических станциях Росгидромета и данных реанализа проведен анализ изменчивости климатических параметров в бассейне р. Онеги. Для оценки динамики сумм осадков на водосборе использованы данные CMAP (CPC Merged Analysis of Precipitation) за период 1979–2010 гг. Получены тесные корреляционные связи параметров гидрологического режима р. Онеги в замыкающем створе с основными климатическими параметрами, усредненными по площади водосбора – осадками и температурой воздуха.

Важную роль в формировании гидрологического режима р. Онеги играют крупные озера Воже и Лача, являющиеся естественными регуляторами стока. Проведен анализ уровня режима озер Воже и Лача за период 1950–2010 гг. Рассчитаны параметры водного баланса озер в годы различной водности, дана оценка приходной и расходной составляющих баланса. Рассмотрены возможные мероприятия по регулированию уровня воды озера Воже для сохранения его экосистемы.

Показано, что гидрологический режим р. Онеги испытывает минимальное антропогенное воздействие, сток формируется под влиянием естественных природных факторов, основными из которых являются климатические. Полученные результаты позволяют использовать современные корреляционные зависимости для прогноза динамики водных ресурсов бассейна Онеги на ближайшую перспективу, в соответствии с возможными сценариями климатических изменений на Севере ЕТР.

НАБЛЮДАЕМОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Грищенко И.В.
 ФГБУ «Северное УГМС», Россия

Анализ линейных трендов средней годовой температуры воздуха показывает, что на территории Архангельской области (включая НАО) за период 1966–2009 гг. наблюдается устойчивое повышение температуры. Положительные годовые скорости изменения температуры характерны для всей территории и составляют 0,4–0,5°C/10 лет.

Наибольший вклад в повышение годовой температуры воздуха вносит январь. Повышение средней температуры января в этот период происходило со скоростью 1,2–1,7°C/10 лет на территории Архангельской области и несколько медленнее – со скоростью 0,8–1,2°C/10 лет на территории НАО.

Наименьший вклад в повышение годовой температуры вносят весенние и летние месяцы. Минимум приходится на март (0,1–0,2°C/10 лет) и август (0–0,1°C/10 лет).

В период 1999–2009 гг. ускорение повышения средней годовой температуры воздуха продолжалось. На территории Архангельской области скорость повышения составили 1,0–1,6°C/10 лет. На востоке и северо-востоке области и в НАО повышение средней годовой температуры воздуха шло значительно быстрее и составило 2,0–2,5°C/10 лет (дисперсия 23–39%) и соответственно 2,5–3,8°C/10 лет (дисперсия 40–59%).

Картину наблюдающегося изменения климата как во времени, так и в пространстве дополняет анализ аномальных лет. Принимая, что всякое отклонение метеорологических элементов от нормы – Δ (в данном случае принятые ВМО «нормы 90») может рассматриваться как аномалия, которая формируется в течение суток, месяцев, года и т.д., допускаем, что если $\Delta > \sigma$, где σ – среднее квадратическое отклонение, то это крупная аномалия, если $\Delta > 2\sigma$, то это очень крупная аномалия [1].

За период 1966–2009 гг. было выявлено несколько аномальных лет по средней годовой температуре воздуха. За период 1966–1985 гг. преобладали годы с отрицательными аномалиями (7 лет) – 1966, 1968, 1969, 1971, 1978, 1985 гг., после 1985 г. наоборот – в 6 случаях (1989, 1995, 2000, 2005, 2007, 2008 гг.) наблюдались положительные аномалии и только в 1998 г. наблюдалась отрицательная аномалия. При этом отклонения средней годовой температуры от нормы были несколько выше на территории НАО. В отдельные годы аномалии распространялись только на отдельные территории – Архангельскую область (1971, 1974 гг.) или НАО (1979 г.). По абсолютным значениям аномалии средней годовой температуры воздуха на территории Архангельской области достигали 3,0–3,2°C, на территории НАО – до 4,9°C (2007 г.).

Анализ аномальных лет интересен тем, что в течение таких лет 1 или 2 месяца, как правило, характеризовались очень крупными аномалиями ($\Delta > 2\sigma$) средней месячной температуры на фоне нескольких аномальных месяцев ($\Delta > \sigma$).

Выявлено, что положительные аномалии средней годовой температуры воздуха, в основном, были связаны с положительными аномалиями средней месячной температуры воздуха в холодный сезон (январь–март, октябрь–декабрь). При этом значения аномалии ноября–февраля в ряде лет превышали 8°C.

Проведенные в рамках пилотного проекта ВОЗ исследования по выявлению влияния изменения климата на здоровье населения на территории Архангельской области показали, что повышение средней годовой температуры воздуха уже нашло отражение на эпидемиологической обстановке, и в частности, на распространении таких заболеваний как клещевой энцефалит (КЭ), которое охватило практически всю южную половину области.

Выявлено, что на территории Архангельской области за период 2000–2009 гг. произошел подъем заболеваемости КЭ (приблизительно в 60 раз), по сравнению с 1980–1989 гг., а количество «покусанных» увеличилось с 1980 по 2009 гг. приблизительно в 40 раз, хотя население области за этот период уменьшилось более чем на 20%. В результате повышения среднегодовых температур произошло распространение клещей, переносчиков вируса КЭ на север [2].

Список использованных источников:

1. Климат Казани и его изменения в современный период, Казань, Казанский государственный университет, 2006, с.64
2. N.K.Tokarevich, A.A.Trinin, O.V.Blinova. <http://www.arcticinfdis.com/documents/2011/Presentation - Copenhagen>

О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАСЧЕТА СПЕКТРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТА С УЧЕТОМ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Дмитриев В.Г., Алексеев Г.В.
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Россия

Проблема учета нестационарности и нелинейности временных рядов в процедурах анализа процессов различной природы инициировала появление новых методов расчета спектральной структуры. Главная особенность метода Гильберта-Хуанга состоит в том, что амплитудная и частотная характеристика процесса рассматриваются как функции времени. Метод позволяет извлечь информацию об особенностях климатического сигнала (выделение квазипериодических колебаний, характеристики нелинейного тренда, идентификация аномальных событий, оценка репрезентативности данных и др.).

Главная особенность метода Гильберта-Хуанга состоит в том, что амплитудная и частотная характеристика процесса рассматриваются не как дискретные величины, а как функции времени (или другого независимого параметра). В этом случае понятия «частота» и «амплитуда» приобретают иной, по сравнению с традиционными, смыслы, а именно, предметом анализа становятся мгновенные частоты (*instantaneous frequency*) и мгновенные амплитуды (*instantaneous amplitude*) как значения частотной и амплитудной функций соответственно.

Несмотря на отсутствие строгого математического обоснования и ряда нерешенных проблем метод Гильберта-Хуанга широко применяется для анализа данных в различных сферах. В работе приводятся результаты анализа наблюдений (в синоптических и климатических масштабах) уровня моря, солнечной радиации, атмосферного давления, параметров морского волнения, индексов Североатлантического и Южного колебания, аномалий глобальной температуры поверхности Земли, наблюдений колебаний спутниковых орбит, структурного анализа здоровья человека, структурного анализа мостовых сооружений, характеристик изображений.

Метод Гильберта-Хуанга применим для анализа неперiodических процессов и позволяет извлечь информацию об особенностях климатического сигнала (выделение квазипериодических колебаний, характеристики нелинейного тренда, идентификация аномальных событий, оценка репрезентативности данных и др.).

Для демонстрации возможностей метода Гильберта-Хуанга приводятся результаты анализа среднегодовой температуры воздуха в Северном полушарии за период с 1850 по 2011 год. Полученные результаты хорошо согласуются с опубликованными исследованиями, проведенными независимыми методами.

Предложен новый способ расчета мгновенных амплитуд и частот, позволяющий избежать вычислительных трудностей, связанных с численным дифференцированием дискретных рядов.

О СЕМИТОМНОЙ СЕРИИ КНИГ «ВКЛАД РОССИИ В МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ ГОД 2007/08»

Дмитриев В.Г., Данилов А.И.
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Россия

Вышла из печати серия книг, в которых отражены основные результаты российских полярных исследований, выполненных в период Международного полярного года (МПГ) 2007/08. В состав серии входят книги «Полярная атмосфера», «Океанография и морской лёд», «Полярная криосфера и воды суши», «Строение и история развития литосферы», «Наземные и морские экосистемы», «Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России» и «Итоги МПГ 2007/08 и перспективы российских полярных исследований».

Основной целью проведения МПГ 2007–2008 гг. под эгидой Всемирной Метеорологической Организации и Международного Совета по науке было определение современного состояния и возможностей прогнозирования будущих изменений климата и окружающей среды полярных районов и их влияния на социально-экономическое развитие. МПГ был направлен на получение новых данных о характере процессов на суше, в океане и атмосфере полярных областей Земли. Для этого были организованы синхронные наблюдения на больших пространствах океана, прилегающей суши и в атмосфере высоких широт. Впервые в программу МПГ были включены исследования и работы социальной направленности по обследованию окружающей среды, оказывающей влияние на качество жизни населения Арктического региона.

Научная программа участия Российской Федерации в проведении МПГ включала семь основных направлений:

1. Гидрометеорологические и гелиогеофизические условия полярных областей.
2. Строение и история геологического развития литосферы полярных районов.
3. Наземные и морские экосистемы Арктики и Антарктики.
4. Развитие наблюдательной сети.
5. Информационные системы. Управление данными.
6. Качество жизни населения и социально-экономическое развитие полярных регионов
7. Нарращивание образовательного и научного потенциала в области полярных исследований, распространение знаний среди широкой общественности.

Научные задачи МПГ 2007–2008 решались на основе национальных и международных исследований в Арктике и Антарктике, включавших постоянные наблюдения на станциях и базах, экспедиции на морских судах, мониторинг природных явлений с применением средств космического зондирования. В период 2007–2008 гг. были выполнены комплексные исследования состояния природной среды, охватывающие изучение климата и палеоклимата полярных областей, атмосферных и океанических процессов в Арктике и Антарктике, криосферы, литосферы, околоземного космического пространства, а также экосистем полярных областей и социально-экономического развития коренного и пришлого населения Арктики. В течение двух лет российскими исследователями было выполнено 159 экспедиций в Арктике и Антарктике.

Одним из важнейших достижений МПГ является то, что беспрецедентный объем накопленных новых комплексных знаний об изменениях природных условий полярных регионов позволил сделать предварительное, но исключительно важное заключение о возможности прогнозирования процессов, определяющих изменения окружающей среды полярных областей на временном масштабе десятилетий. Все это заставляет серьезно задуматься о необходимости продолжения долговременных крупномасштабных международных исследований в полярных областях Земли.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В XX–XXIII ВЕКАХ ПРИ СЦЕНАРИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ RCP, ОЦЕНЕННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КМ ИФА РАН

Елисеев А.В., Мохов И.И.
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Российская Федерация

С использованием глобальной климатической модели (КМ) Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ИФА РАН) сделаны оценки изменений характеристик земной климатической системы в XX–XXIII веках при задании антропогенного воздействия в соответствии со сценариями семейства RCP (Representative Concentration Pathways). В XXI веке приповерхностный климат в модели теплеет на 1.1–2.9 К в зависимости от сценария антропогенного воздействия. Инерционность климата приводит к тому, что стабилизация антропогенного воздействия в конце XXI века сопровождается заметными климатическими изменениями в XXII–XXIII веках. Потепление климата сопровождается деградацией приповерхностных многолетнемерзлых грунтов. Наземные экосистемы, начиная с конца XXI века, могут начать выделять CO₂ в атмосферу, а не поглощать его, как это происходит в XX веке и большей части XXI века. Изменения климата в модели в XXI веке, наряду с эффектом фертилизации наземной растительности углекислым газом атмосферы, способствуют увеличению первичной продукции наземных экосистем. В XXII–XXIII веках изменение полной первичной продукции наземной растительности малы, но при агрессивном сценарии антропогенного воздействия на климат запас биомассы в растительности уменьшается из-за увеличения интенсивности дыхания растений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В АРКТИКЕ: ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ И РОЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ

Ефимов С.В., Школьник И.М.

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Россия

Система физически полных глобальной (ГКМ) и региональной (РКМ) климатических моделей применяется для исследования климата в Арктическом регионе. Комплекс моделей использует в качестве граничного условия на поверхности океана данные анализа наблюдений за температурой его поверхности и концентрацией морского льда в период 1981-1990 гг. Было показано, что встроенная региональная климатическая модель дает заметное улучшение воспроизведения теплового режима и атмосферной циркуляции при использовании на боковых границах решения из глобальной климатической модели. Также следует отметить, что существует значительная неопределенность и в самих реанализах при оценке наблюдаемой циклонической активности в Арктике. Было установлено, что использование различных боковых граничных условий при моделировании с РКМ (например, из реанализа и ГКМ) слабо влияет на свойства моделируемой региональной атмосферой циркуляции вследствие большой внутренней изменчивости климатической системы Арктики. Необходимы дальнейшие исследования для того, чтобы оценить текущие и будущие изменения циркуляции в Арктике и связанные с ними изменения в экстремумах (штормах, частоте и интенсивности теплых/холодных вторжений в Арктике и т.д.). Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-05-00733.

МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОБЪЕКТОВ ВОД СУШИ

Журавин С.А., Калюжный И.Л., Лавров С.А.

Государственный гидрологический институт, Россия

Долгосрочные колебания климата оказывают значительное воздействие на весь природный комплекс в целом и гидрологический режим центральной части европейской территории России (ЕТР), в частности, и должны учитываться при планировании социально-экономического развития региона.

Основными показателями климатических изменений, которые на ЕТР наблюдаются с конца 1970-х годов, являются температура воздуха и осадки. По данным многочисленных исследований за последние 40 лет годовая температура воздуха повысилась в регионе в среднем на 1,4–1,6°C в сравнении с предыдущим сорокалетним периодом. При этом значительное потепление произошло в холодный период года, в то время как в теплый период температуры в среднем возросли незначительно. Особо следует отметить, что количество оттепелей в зимний период возросло в среднем вдвое (до 20 дней), а средние температуры воздуха в марте приблизились к отметке 0°C. Осадки за этот период на возвышенностях увеличились в среднем на 20%, а в равнинных частях – в пределах 5–10%. В результате таких изменений климата произошли существенные и неоднозначные изменения количественных показателей и процессов влагооборота.

Изменения стока воды в регионе характеризуются в среднем повышенным годовым стоком, увеличением продолжительности весеннего половодья при снижении их объемов и максимальных расходов. При этом значительно, от 30% до 80%, возрос минимальный зимний сток, на 20–50% увеличился летний меженный сток на средних и крупных реках. В то же время на малых реках наблюдается разнонаправленная тенденция в зависимости от степени дренирования ими локальных или региональных горизонтов подземных вод и участия в формировании зимнего стока внутриводосборной верховодки, которая на полевых участках возросла в три раза. В лесной зоне на возвышенностях с повышением количества осадков сток малых водотоков возрастает, в равнинных районах лесной зоны, где до сих пор наблюдался повышенный меженный сток, пополнение подземных вод не покрывает отток воды и отмечается начало снижения минимального стока. В полуаридных районах происходит повсеместная деградация малых водотоков первичного звена.

Испарение с поверхности почвы и воды в лесной зоне существенно снизилось, в то время как в полуаридных областях испарение с почвы возросло при снижении испарения с поверхности воды. Влагозапасы в почво-грунтах в целом за год возросли и в течение осени, зимы и весны находятся на уровне наименьшей полевой влагоемкости и выше. В то же время в летний сезон в результате повышенной неравномерности выпадения осадков могут наблюдаться достаточно продолжительные (до 2–3 недель) периоды пересыхания почв до уровня всего на 20-30% выше влажности завядания. Грунтовые воды на большей части рассматриваемой территории имеют благоприятные условия к повышенному питанию.

Механизмы изменений гидрологического режима кроются в том, что фактически один стационарный период формирования стока до начала 1970-х годов сменился современным периодом с 1980-х годов при коротком переходном периоде 1970-х годов. Ключевое значение в процессах формирования стока при современном изменении температурного режима имеет снижение промерзания почв и отсутствие в них в большинстве лет «запирающего» водонепроницаемого мерзлого слоя. Это подтверждают оценки, сделанные с помощью гидрофизической модели, которые на примере материалов наблюдений Подмосковной воднобалансовой станции показывают, что наряду с оттепелями, во время которых формируется внутриводосборный сток (вклад в формирование зимнего стока 38%), доминирующее значение имеет глубина промерзания почв (вклад – 56%).

Данные изменения гидрологического режима оказывают значительное воздействие на всю систему влагооборота, в том числе на количественные характеристики водных ресурсов и экологию.

ЧАСТОТА И ИНТЕНСИВНОСТЬ АНОМАЛИЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г.
Саратовский государственный университет, Россия

Вероятность наблюдаемых на территории Саратовской области неблагоприятных агрометеорологических явлений, к которым следует отнести засухеи, атмосферные и почвенные засухи разной интенсивности, заморозки, сильные дождь и снег, летние высокие и зимние низкие температуры воздуха без снега достаточно высока. Все эти явления существенно снижают сельскохозяйственный потенциал климата, поэтому мониторинг неблагоприятных агрометеорологических явлений и выявление тенденций их изменений во времени и пространстве чрезвычайно важны для выработки правильной стратегии развития сельского хозяйства. Повторяемость некоторых опасных гидрометеорологических явлений по данным метеостанции Саратов ЮВ следующая:

– засуха с оценкой гидротермического коэффициента $K \leq 0,7$ составляет 5 раз за 10 лет, а с $K \leq 0,5$ засуха отмечается 1 раз в 5 лет;

– сильные заморозки весной с температурой ниже -30 в воздухе отмечаются 1 раз в 10 лет, а на поверхности почвы 1 раз в 5 лет;

– очень сильный дождь (≥ 50 мм за 12 час) наблюдается 1 раз за 6 лет, а сильный дождь с интенсивностью более 30 мм за 12 час. – 2 раза за 5 лет, ливень с интенсивностью более 20 мм за 1 час. – 1 раз за 5 лет, очень сильный снег (≥ 20 мм за 12 час) – 1 раз за 10 лет.

– сильные морозы с температурой ниже -20°C (5 суток подряд) – 4 раза за 10 лет;

Исследование повторяемости крупных и очень крупных аномалий температуры воздуха в центральные месяцы зимнего и летнего сезонов свидетельствует о том, что зимой аномалия на всей территории Саратовской области в 1,6 раза больше, чем летом и составляет 51 и 33 % соответственно. При этом в январе повторяемость положительных экстремумов температуры составила 44 %, а отрицательных всего 8 %, а в июле 18 и 16 % соответственно. Таким образом зимой вероятность крупных положительных аномалий температуры воздуха в 5-6 раз больше, чем отрицательных, а летом они почти одинаковы.

Во всех климатических зонах Саратовской области наблюдается устойчивый рост среднегодовой температуры воздуха. В период с 1991 по 2008 гг. она увеличилась по сравнению со стандартной климатической нормой за 1961-1990 гг. на $0,8-1,1^{\circ}\text{C}$. При этом среднемесячная температура января увеличилась на $2,9-3,2^{\circ}\text{C}$, февраля и марта – на $1,3-2,4^{\circ}\text{C}$. Значительно слабее растет температура в летние месяцы на $0,4-0,6^{\circ}\text{C}$. В среднем за зимний сезон темпы роста температуры воздуха существенно превышают рост летних температур. Отмеченные изменения температурного режима приводят к дальнейшему временному сдвигу в датах устойчивого перехода температуры через 0 , 5 и 10°C . Весной переход температуры через 0°C в Саратове в среднем стал происходить на 7, а через 5 и 10°C на 2-3 раньше прежних сроков. Осенью переходы температур происходят наоборот позже в среднем на 2, 7 и 5 дней соответственно. В итоге продолжительность вегетационного периода увеличилась на 8-10 дней, а сумма активных температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$, характеризующая теплообеспеченность территории, увеличилась за последние 30-летний период на $150-200^{\circ}\text{C}$.

Устойчивый рост количества выпадающих осадков на всей территории области отмечается в феврале, марте и апреле (на 2-9 мм, или 10-40 % месячной нормы). Тенденция уменьшения осадков наблюдается в августе на 8-15 % (4-7 мм), в ноябре на 17-40 % (9-15 мм) и декабре на 10-18 % (2-9 мм). В целом за холодный период (ноябрь-март) количество осадков увеличивается, за исключением полупустынных районов области. В основной период вегетации (май-июль) в большинстве районов количество осадков уменьшается, за исключением крайних западных районов, где отмечается их рост. Изменение в годовом режиме осадков оказывают влияние на динамику осенних и весенних запасов продуктивной влаги в почве. В период с 1991 по 2008 гг. по сравнению с климатической нормой за 1930-1971 гг. влагозапасы метрового слоя почвы перед уходом в зиму увеличились в среднем на 25-50 мм, а весной – на 15-30 мм. В сухостепных и полупустынных районах Левобережья р. Волги существенно уменьшилось число лет с очень плохими (менее 60 мм) и неудовлетворительными (61-90 мм) весенними запасами продуктивной влаги.

Изменение основных агроклиматических характеристик требует разработки соответствующих мероприятий по адаптации сельскохозяйственного производства – от определения оптимальных сроков проведения агротехнических работ до выбора и селекции оптимальных сортов, которые отвечают новым метеорологическим условиям. Увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода открывает возможности для более широкого использования позднеспелых сортов зерновых и масличных культур.

МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Ивлева К.С.
Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия

Опасные природные явления (ОЯ) во всем мире ежегодно причиняют значительный ущерб экономике, жизни и здоровью людей. Интенсивно ведущаяся на территории Республики Татарстан хозяйственная и производственная деятельность требует тщательного учета информации об ОЯ – чтобы предотвратить и уменьшить возможность ущерба от их последствий. Поэтому природа опасных явлений, причины их возникновения и влияние их на экономику и хозяйство региона необходимо постоянно изучать.

В данной работе были рассмотрены ОЯ, которые имели место на территории РТ с 1950 по 2010 гг. Данные получены из архива ГУ «УГМС Республики Татарстан». Были рассмотрены такие ОЯ как сильный ветер, в том числе, очень сильные осадки, сильный ливень, крупный град, сильная метель, сильные жара и мороз, сильные гололедные явления, сильный туман.

Количество случаев проявлений ОЯ на территории Татарстана изменяется от года к году весьма существенно. Минимум количества опасных явлений приходится на 1950-1965 и 1980-1982 гг., максимум – на 1976 и 1987 гг. Распределение по годам каждого из явлений также неравномерно.

Наиболее опасным явлением погоды в любой сезон является сильный ветер. На территории республики это явление отмечалось наиболее часто – за рассматриваемый период было зафиксировано 99 случаев с сильным ветром и 30 случаев шквалов. Следует отметить, что в летний период для конвективных явлений, в том числе для усиления ветра до критериев ОЯ, характерны локальные проявления, которые не всегда регистрируются наблюдательной сетью. Если рассмотреть число случаев с сильным ветром, которое приходится на отдельные месяцы года, то можно заметить, что летний сезон выделяется самой большой повторяемостью ветра со скоростью 25 м/с и более (46 случаев), 37 раз такие усиления отмечались зимой, 32 – весной и 15 – осенью. Наиболее часто опасные скорости ветра отмечались в июне – 27 случаев за 61 год, таким образом, в среднем 1 раз в 2 года в июне в Татарстане отмечается очень сильный ветер.

Второе место по повторяемости на территории региона ОЯ занимают сильные осадки. В течение 61 года было зафиксировано 78 случаев рассматриваемых ОЯ. Динамика случаев сильных осадков по годам показывает увеличение регулярности явлений во второй половине рассматриваемого временного ряда. Наибольшие полусуточные суммы осадков наблюдаются преимущественно в летние месяцы с максимумом в июле. В период с июня по август осадки в градации ОЯ были зафиксированы в 74% случаев. На зимний сезон приходится около 14%, и по 5-6% – на переходные сезоны.

Метель располагается на третьем месте по повторяемости среди метеорологических явлений в градации ОЯ в Татарстане. За рассматриваемый период времени на территории РТ отмечалось 57 сильных метелей. Причем большая часть отмечавшихся явлений приходится на периоды с 1967 по 1978 и с 1985 по 1995 гг. В эти промежутки времени наблюдалось 50 метелей ОЯ, что составляет около 88% от всех имеющихся в архиве случаев.

Конвективные опасные явления вносят большой вклад в статистику ОЯ в республике. На территории Татарстана за 61 год сильные ливни отмечались 43 раза, град в регионе фиксировался 26 раз и было отмечено 30 случаев шквалов. Особо крупные потери возникают при усилениях ветра, связанных с возникновением смерчей, как это было 24 июля 1991 г, в Аксубаевском районе. По косвенным признакам сила ветра тогда достигала 30 м/с, это привело не только к колоссальным убыткам в хозяйственной сфере (были повреждены фермы, летние лагеря, жилой фонд), но и к гибели трех человек.

К числу опасных явлений, обусловленных изменением температурного режима, в нашем регионе относятся сильный мороз и сильная жара. За период с 1950 по 2010 гг. на территории РТ отмечался 31 случай с сильными морозами. Сильная жара – менее частое явление в Татарстане. За рассматриваемый период времени было зафиксировано 13 случаев с экстремально высокими температурами. Вполне закономерно июль является рекордсменом по количеству периодов с экстремально высокими температурами воздуха, на этот месяц приходится 8 случаев с аномальной жарой, в июне – 3 случая, в августе – 2 случая.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Иманов Ф.А., Мамедов А.С.
Бакинский Государственный Университет, Азербайджан

Известно, что проблема засухи наиболее актуальна для аридных регионов. Азербайджан относится к числу таких регионов, так как 50% его территории находятся в аридной зоне.

В данной работе для анализа засухи применена известная методика, разработанная в Гидрометцентре России под руководством Д.А. Педь:

$$S_i(t) = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta R}{\sigma_R},$$

где ΔT и ΔR – аномалии температуры и количества осадков в t -й год, а σ_T и σ_R – средние квадратические отклонения тех же величин. В качестве дополнительной критерии были выбраны годы, когда величина суммарных годовых осадков составляла менее 80% нормы. Расчеты проводились по данным восьми метеорологических станций, с наиболее продолжительными наблюдениями. Для оценки степени засухи были установлены следующие градации:

- а) $1 \leq Si(\tau) < 2$ – слабые засухи,
- б) $2 \leq Si(\tau) \leq 3$ – умеренные засухи,
- в) $Si(\tau) > 3$ – сильные засухи.

С учетом результатов предыдущих исследований авторов анализ выполнен для трех периодов: 1891–1940, 1941–1970, 1971–2008. В периоды 1891–1940 и 1941–1970 гг. зимой на территории Азербайджана, в основном, наблюдались слабые засухи. За отмеченный период слабые засушливые годы составили 75–85%. А в период 1971–2008 гг. слабые засушливые годы составили 15–25%. В те же годы их повторяемость оказалась равной 47%.

Умеренные и сильные засухи наиболее часты были в период 1941–1970 (52%). Таким образом, в последние 117 лет в зимние месяцы на территории Азербайджана годы со слабыми засухами составили 61.4% годов, с умеренными засухами - 30.2% и с сильными засухами - 8.4%.

В весенние месяцы на территории Азербайджана в 57.2% исследуемых лет имели место слабые, 34% – умеренные и 8.8% – сильные засухи. 1941–2008 гг. повторяемость умеренных и сильных засух оказалась наибольшей. В 1891–1940 гг. в 22.6% исследуемых лет происходили слабые, 8% – умеренные и 1.3% сильные засухи, в период 1940–1970 гг., соответственно, 33.6%, 15% и 3.5%, а в период современного потепления (1971–2008 гг.), соответственно, 17.7%, 5.3% и 4%.

Летом в период 1891–1940 гг на территории Азербайджана засушливые годы составили 41.2%, в период 1941–1970 гг. – 22.6%, в период 1971–2008 гг. – 36.2%. Из отмеченных засушливых лет 69.7% оказались со слабыми, 22.7% – с умеренными и 7.6% – с сильными засухами.

В течение осени в период 1891–1940 гг на территории Азербайджана засушливые годы составляли 21.2%, в период 1941–1970 гг. – 21.2%, в период 1971–2008 гг. – 42%. Из отмеченных засушливых годов 62.9% оказались со слабыми, 29.9% – с умеренными и 7.2% – с сильными засухами.

Установлено, что начиная со второй половины XX в. повторяемость засушливых лет на территории Азербайджана резко увеличилась. За этот период повторяемость засух составила 65–75% всех засух, случившихся в XX столетии. А в последние 10 лет повторяемость засух увеличилась еще на 5–6%.

В данной работе за 1902–2007–годы для каждого 11–летнего цикла вычислялись суммы числа солнечных пятен и сравнивались с количеством засушливых лет. Оказалось, что – число солнечных пятен линейно возрастает к началу XXI века, и параллельно увеличивается повторяемость засухи. Коэффициент корреляции между числом солнечных пятен и повторяемостью засухи составляют для региона Губы 0.78, Гянджа 0.67, Закаталы 0.56, Апшерона 0.35, Нахчывана 0.26. Выявление причин отличия коэффициентов корреляции для разных регионов является предметом дальнейших исследований.

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАЗАНИ И ЕЁ ОКРЕСТНОСТЕЙ

Исаева М.В.
Казанский федеральный университет, Россия

Под влиянием комплекса антропогенных факторов внутри города сложились специфические климатические условия, которые заметно отличаются от пригорода. Поэтому различие влияния погодных условий на жизнедеятельность человека, проживающего в городской и сельской местности, не вызывает сомнений. Главное внимание в работе уделялось расчету и анализу основных показателей биоклимата, выявлению степени комфортных погодных условий на исследуемой территории, а также оценке влияния метеоусловий на организм человека. Исследования проводились на основе ежечасных метеорологических измерений авиационной метеостанции гражданской (АМСГ) «Казань», находящейся в 25 км к югу от Казани, и по данным станции Казань, университет, расположенной в центре города (2004–2007 гг.).

Существуют многочисленные подходы к оценке комфортного состояния человека при воздействии на него комплекса метеорологических показателей. Наиболее часто используется эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), учитывающая комплексное влияние на человека температуры, влажности воздуха и скорости ветра. ЭЭТ – представляет собой сочетание метеовеличин, производящее тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100% относительной влажности и определенной температуре и оценивает теплоощущение обнаженного по пояс человека. Расчеты ЭЭТ производились по формуле А. Миссенарда [1]:

$$ET = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014f + \frac{1}{1.76 + 1.4v^{0.75}}} - 0.29t(1 - \frac{f}{100}), \quad (1)$$

где ET – ЭЭТ, t – температура воздуха, °С; f – относительная влажность, %; v – скорость ветра, м/с. Изменение ряда физиологических функций организма идет параллельно с изменением значений эквивалентно-эффективной температуры. С помощью классификации, предложенной С.С. Андреевым [2], результаты расчетов ET для теплого периода показывают, что наибольшее число дней в окрестности приходится на зону «прохладного субкомфорта» (53 дня). Чуть реже отмечаются дни со средней суточной ET , характеризующие «комфортно-теплые» условия погоды и «холодовый дискомфорт». Иная картина наблюдается в городских условиях: большая часть периода с мая по сентябрь характеризуется по ЭЭТ как «комфортно-тепло» (77 дней). «Прохладный субкомфорт» в Казани отмечается почти в 2 раза чаще «холодового дискомфорта».

Для оценки степени раздражающего действия изменений погоды на организм используется индекс патогенности метеорологической ситуации I , предложенный В.Г. Бокшей (1980). Следует отметить, что этот индекс указывает не на характер изменения погоды, а лишь на степень ее раздражающего действия на организм. Индекс патогенности метеорологической ситуации (баллы) рассчитан по рабочей формуле, предложенной В.Г. Бокшей [1]:

$$I = 10^{\frac{h-70}{20}} + 0,2v^2 + 0,06n^2 + 0,06(\Delta p)^2 + 0,3(\Delta t)^2 + I_t, \quad (2)$$

где h – среднесуточная относительная влажность (%); v – среднесуточная скорость ветра (м/с), $n = 10 - 10S_{\phi}/S_{max}$; S_{ϕ} и S_{max} – соответственно фактическая продолжительность солнечного сияния и максимально возможная (ч); Δp – межсуточное изменение атмосферного давления; Δt – межсуточное изменение температуры воздуха, I_t – индекс патогенности температуры воздуха. В зависимости от величины I погодные условия оцениваются как 0–9,9 – оптимальные, 10–16 – слабо раздражающие, 16,1–18 – умеренно раздражающие, 18–24 – сильно раздражающие, $I > 24$ – острые. Результаты расчетов показали, что наиболее комфортные условия в Казани отмечаются в летнее время, а сильно раздражающие и острые возникают в холодный период времени года. Годовой ход индекса патогенности показывает, что наибольший «раздражающий» эффект погоды отмечается с ноября по март: максимум его формируется в окрестности Казани в феврале (41,2 балла), в городских условиях зафиксирован в январе (36,6 балла). Большую часть года условия погоды за пределами Казани оцениваются как «острые» (154 дня). Оптимальные условия наблюдаются реже – 111 дней за год. В городских же условиях ситуация обратная: число «комфортно-оптимальных» дней превышает число с «острыми» погодными условиями (140 и 123 дня соответственно). Следует отметить также, что наиболее комфортным по значениям индекса патогенности на рассматриваемой территории является август (5,6 балла в Казани и 8,1 в окрестности).

Список использованных источников:

1. Климатические ресурсы и методы их представления для прикладных целей /Под ред. К.Ш.Хайруллина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005.-231с.
2. Андреев С.С., Андреева Е.С. Краткая биоклиматическая характеристика Ростовской области // Метеорология и гидрология. - 2004.-№8.-С.53-59.

ОЦЕНКА ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Исаков С.В., Шкляев В.А.
Пермский Государственный Национальный Исследовательский Университет, Россия

Лучистая энергия Солнца является практически единственным источником энергии, за счет которой совершаются атмосферные движения и происходят многие процессы в атмосфере и поверхностных слоях земной коры. Неравномерное распределение в пространстве и во времени прихода солнечной радиации к земной поверхности является причиной трудностей, возникающих при ее техническом использовании. В то же время солнечная радиация является наиболее мощным и доступным из всех возобновляемых источников энергии.

Сложность использования солнечной энергии заключается в достаточно низкой удельной величине потока энергии на поверхность, значительных колебаниях потока в течение суток и года. Возможность и перспективы использования поступающей коротковолновой солнечной радиации в технических целях требует предварительных оценок потока солнечной радиации в данном регионе. Комплексная оценка, реализованная в геоинформационной среде ArcGIS, требует определенных теоретических расчетов и преобразований классических методик расчета. Реализация классических схем расчета, а так же включение локальных микроклиматических параметров территории (характеристики атмосферы и орография местности) рассматриваются как ключевые моменты комплексной оценки. Такая информация позволит выявить оптимальные участки, с максимальной энергетической обеспеченностью. Таким образом, предлагаемая схема анализа гелиоэнергетического потенциала территории включает в себя следующие этапы:

1. Оценка особенностей рельефа – количество поступающей прямой солнечной радиации при безоблачном небе к земной поверхности. Вводится преобразующий коэффициент на рельеф.
2. Оценка особенностей подстилающей поверхности – определения дифференциального альbedo застройки и естественных поверхностей.
3. Послойный расчет и анализ потоков коротковолновой радиации на разных границах в атмосфере.

Прямая радиация на склон определяется по формулам, учитывающим астрономические факторы, включающие в себя высоту и азимут солнца, а также крутизну и экспозицию склонов. Для построения карты прямой радиации в условиях изрезанного рельефа следует совместить карты уклонов местности и карты экспозиций склонов. Совмещение представляет собой построение расчетного выражения и осуществляется растровым калькулятором ArcGIS, путем вычисления косинуса и синуса слоя уклонов, слой с данными экспозиции предварительно проходит процедуру переклассификации с необходимой точностью расчетов. Введение астрономических факторов влияет только на конечную величину притока радиации, не влияя на пространственное распределение при расчетах в малых масштабах.

Немаловажным аспектом учета поступления прямой солнечной радиации является учет как дифференциального, так и среднего альbedo местности. Фактор, определяющим размер тепловых ресурсов деятельного слоя, и, как следствие, влияющим на размер потоков явного и скрытого тепла и собственное излучение земной поверхности – свойство деятельной поверхности

отражать приходящую к ней солнечную радиацию. Введение переменного слоя с данными о дифференциальном альbedo территории позволит оценивать влияние антропогенно-изменных ландшафтов, то есть учет влияния различных преобразований поверхности человеком и влияние застройки на радиационный режим.

Расчет потоков коротковолновой радиации на разных границах в атмосфере базируется на операциях с растровыми слоями – растровой алгебре в соответствии с формулами, использующими интегральную функцию пропускания для коротковолновой радиации в облачной атмосфере. Исходными параметрами при расчетах являются широта местности и временной период, а так же данные предыдущих этапов оценки. Временной период может быть выбран любой: как широкий сезонный диапазон, в котором могут быть использованы интегральные характеристики продолжительности солнечного сияния на всем временном промежутке расчета, так и точечные расчеты для конкретного дня и астрономического времени суток.

Все расчетные методы используют инструмент растровой алгебры в ArcGIS. Оперирование выражениями растровой алгебры можно производить как непосредственно без построения дополнительных слоев карт, так и со всеми промежуточными расчетами для большей наглядности и контроля результата.

ЗАМОРОЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Исмагилов Н.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Заморозки в умеренной зоне – нормальное климатическое явление для переходных периодов года. Однако в отдельные годы заморозки наносят значительный ущерб сельскому хозяйству, особенно если они случаются поздней весной или ранней осенью. К концу весны, когда после теплого периода растения развились, внезапное и сравнительно небольшое охлаждение воздуха может повредить сельскохозяйственные культуры на больших площадях. Кратковременные заморозки могут нанести ущерб и ранней осенью, когда вегетация еще не закончилась и не везде еще снят урожай.

На образование заморозков большое влияние оказывают местные физико-географические особенности расположения метеостанций (высота над уровнем моря, рельеф, характер растительности, близость водоемов), поэтому в территориальном распределении заморозков отмечается значительное разнообразие. Среднее многолетнее число дней с заморозками в воздухе на территории ПФО меняется от 11 до 43 дней. Наибольшее количество заморозков отмечается в апреле (7 – 15 дней) и в октябре (7 – 16 дней). В мае и сентябре заморозков меньше (до 10 дней), в июне и августе единичные случаи заморозков отмечаются только на севере и крайнем востоке исследуемой территории. Однако, несмотря на небольшую повторяемость, заморозки в эти месяцы наиболее опасны для сельского хозяйства и садоводства, т.к. растения активно вегетируют и их морозостойкость ослаблена.

В целом можно отметить хорошо выраженное увеличение повторяемости заморозков с юго-запада на северо-восток территории ПФО. Наибольшее число дней с заморозками отмечается на северо-западе Кировской области на станции Лальск (43 дня), наименьшее – в Саратовской области (11 дней). При этом в отдельных районах округа эта закономерность нарушается, так как на возникновение заморозков большое влияние оказывают рельеф и характер подстилающей поверхности. Так, на территории Новгородской области, республики Чувашия, западных районов Татарстана и Самарской области наблюдается локальный минимум повторяемости заморозков (16-20 дней), что объясняется тепляющим влиянием р. Волга и водохранилищ, расположенных на ней. На крайнем востоке Оренбургской области и Башкортостана выделяется локальный максимум повторяемости заморозков (33-38 дней) на станциях с/х Озерный и Учалы, которые расположены на Тургайском плато и западном склоне Южного Урала и имеют абсолютные отметки 312 м и 525 м, соответственно.

В отдельные годы и месяцы количество дней с заморозками может намного превышать их средние многолетние значения. Так, в мае максимальное число дней с заморозками может достигать от 2-4 дней в южных районах до 24 дней в северных районах округа, в сентябре – 2 – 15 дней. В отдельные годы вторжения холодных воздушных масс вызывают заморозки в июне, июле (на севере Кировской области) и августе продолжительностью от 1 до 5 дней, что крайне неблагоприятно для всех сельскохозяйственных культур. Наибольшая морозоопасность в летние месяцы отмечается в северных районах ПФО (ст. Лальск, Пермь, Ижевск) и районах с изрезанным рельефом, характерным для Приволжской, Бугульминско-Белебеевской возвышенностей и предгорий Южного Урала (ст. Ульяновск, Бугульма, Учалы, Оренбург, Озерный). Отрицательные

формы рельефа сравнительно небольших горизонтальных размеров с ослабленным проветриванием создают более благоприятные условия для возникновения заморозков.

Определенную ценность для сельскохозяйственного производства имеют даты последнего заморозка весной, первого заморозка осенью и продолжительность безморозного периода. Средняя дата последнего заморозка весной на севере приходится на 13 – 31 мая, в центре – 28 апреля – 21 мая, на юге – 14 апреля – 15 мая. Самые поздние весенние заморозки отмечались в северных районах Кировской и Пермской областях (17-22 июня), а так же в восточных районах Башкортостана и Оренбуржья (11-12 июня). На остальной территории заморозки полностью прекращаются в третьей декаде мая-первой декаде июня.

Осенью разброс в средних датах первого заморозка так же значителен – от 6 сентября на ст. Лальск в Кировской области до 13 октября на ст. Саратов. Самые ранние осенние заморозки наблюдались на северо-западе исследуемой территории на станции Лальск (8 июля 1991 г.), на юго-западе первые заморозки осенью отмечались в третьей декаде сентября (ст. Саратов, 21 сентября 1977г.). Таким образом, наименьшая средняя продолжительность безморозного периода отмечается на севере Приволжского округа – ст. Лальск (98 дней), Пермь (123 дня) и Ижевск (127 дней). Пониженной продолжительностью безморозного периода выделяется восток и юго-восток региона – ст. Учалы (117 дней) и Озерный (126 дней). Наибольшая продолжительность безморозного периода наблюдается на западе и юго-западе округа – ст. Н. Новгород, Чебоксары, Казань, Саранск (153-159 дней) и ст. Самара, Балашов, Саратов (167-182 дня).

СТАНОВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Казьмин С.П., Климов О.В., Волков И.А.*
Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Россия
***Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Россия**

В последние годы академик РАН Б.А. Соколов (2010) обрисовал процесс эволюции жизни на Земле. Она протекала в виде длительных тёплых безледниковых этапов, разделённых более короткими ледниковыми периодами. Последний из них охватывал большую часть мезозойской и кайнозойской эр. Он начался позже ледникового периода Гондваны (пермский период) и завершился в конце кайнозоя. Также важное научное обобщение позволяет сделать определённое заключение об эволюции биоты. Она была и есть следствием изменений энергетического фактора. Первопричиной являлся и является суммарный приток энергии (АПЭ) к Земле, который включает в себя три переменные величины: геофизическую, гелиофизическую и галактофизическую. Все остальное, эволюция жизни, общий ход экзогенных геологических процессов (ЭГП) и динамика всей географической оболочки Земли являются следствиями этой первопричины. Начало последнего безледникового этапа эволюции явилось следствием возрастания АПЭ. Юрский и меловой периоды протекали в условиях максимального или близкого к максимальному АПЭ. Это время, около 100 млн. лет, является мезозойской эволюцией биоты и абиотического основания географической оболочки. Климат тогда был тропическим, постоянно избыточно влажным. Как и более древние безледниковые этапы эволюции мезозойско-кайнозойский этап имел катаклизм. Это был революционный период преобразования всех ЭГП. Он являлся следствием быстрого, в масштабах геологического времени почти мгновенного уменьшения АПЭ от максимального до умеренного в самом конце маастрихтского яруса мезозоя. Повсюду установился тропический климат сезонного увлажнения. Исследователи Параев В.В. и Еганов Э.А. (2010), работающие в области галактической проблемы, мезозойскую эру рассматривают как «галактическое лето», а кайнозой, как «галактическую зиму». Новосибирские микропалеонтологи Кулькова И.А. и Волкова В.С. (1997) показали, что большая часть кайнозоя является временем постепенного неравномерного уменьшения АПЭ от умеренного к скудному. По мнению авторов настоящего сообщения это была «галактическая осень». Безледниковый этап завершился около 10 млн. лет, когда на юге Земли вблизи полюса хионосфера устойчиво опустилась на земную поверхность, и возник безжизненный снежно-ледовый материк Антарктиды. Так, настал последний, современный ледниковый период, т.е. «галактическая зима».

Поздние изменения суммарного АПЭ, подготовившее современное состояние природы, отражены на палеотемпературной кривой SPECMAP. На ней показаны реальные изменения АПЭ, которые пережила земная поверхность в новейшее время. Для выяснения становления современного климата и всего строения географической оболочки учёт энергетического фактора совершенно необходим. Следствием этих последних энергетических изменений и явились процессы, которые привели к современному состоянию географической оболочки и климата. Таких исторических этапов было три: 1) 30-20 тысяч лет назад (т.н.л.) – гляциация; 2) 20-10 т.л.н. – дегляциация; 3) 10 т.л.н.-современность – послеледниковье (голоцен). Позже окончания потепления МИС 3 АПЭ достиг своего минимума. В высоких широтах и на севере умеренных широт стал формироваться ледник. В Азиатской части России он известен как позднезырянская ледниковая стадия. Уровень Мирового океана стал понижаться от минус 20-30 м до минус 130 м. Возникла ледниковая преграда, и сток основных рек (Оби, Енисея, Лены и иных) на север прекратился. Сформировалась трансконтинентальная система стока талых ледниковых вод. 20-19 т.л.н. минимальный АПЭ

быстро сменился максимальным. Настало потепление МИС 1. Образовалась краевая ледниковая полоса. Уровень Мирового океана стал повышаться и к концу этапа приблизился к современному. Вскоре он превзошёл современный на 2-3 м (фландрская трансгрессия). Ледниковые преграды исчезли, и сток основных рек в Азии на север возобновился. Дегляциация протекала в условиях климата существенно более тёплого и сухого, чем теперь. Время от 10 т.л.н. и до современности известно, как послеледниковье (голоцен). Выделены несколько различных климатических этапов голоцена: бореал, пребореал, атлантика, суббореал, субатлантика и исторический этап. В целом климат голоцена в бореальное время был несколько теплее, чем позже и теперь.

Важным вопросом новейших изменений климата следует считать Малую ледниковую эпоху. Это было, несомненно, глобальное похолодание, продолжавшееся от 1450 до 1850 гг. Оно отражало некоторое кратковременное уменьшение притока тепла к Земле из космоса. В Сибири похолодание сопровождалось подъёмом уровней озёр и существенным оживлением речного стока. В целом это был «плювиал» всей средней полосы Евразии. Позже похолодания, гидротермический баланс земной поверхности вновь изменился. Произошло некоторое потепление климата, вызвавшее сокращение влагообеспеченности, а также уменьшение и в значительной мере прекращение речного стока. Вновь установились те же аридные природные условия, которые были до похолодания. И во время увлажнения климата, и в последующее время его относительного иссушения ведущим фактором являлось теплообеспеченность, а влага была следствием динамики тепла.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАДАЮЩИХ ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Калов Х.М., Калов Р.Х., Шугунов Л.Ж.
ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» Росгидромета, Россия

Количество выпадающих осадков, их частота и интенсивность, наряду с другими метеорологическими параметрами, существенно влияют на климат, природную среду и экономику регионов. Увеличение количества атмосферных осадков благоприятно влияет на агропромышленный комплекс, речной сток, сохранение горного оледенения, на климат горных территорий.

В данной работе проведён анализ, построена модель и вычислены прогнозные значения временных рядов среднегодового количества выпадающих осадков на Северном Кавказе (на примере предгорной зоны КБР) по данным наблюдений за период с 1944 по 2010 гг, с использованием спектрального анализа дополненного критериями, основанными на согласовании полученных результатов с результатами основных методов сглаживания рядов: экспоненциального сглаживания, фильтра 4253Н (Filter 4253H) и метода классической декомпозиции [1].

При этом использована ранее предложенная в [2] методика, дополненная указанными критериями выбора модели. Построение модели проводится на основе разложения ряда на основные составляющие: детерминированный тренд и случайную составляющую.

Анализ данных многолетних наблюдений среднегодового количества выпадающих осадков показывает, что для их описания в наиболее общем случае можно использовать аддитивные модели следующего вида:

$$Y(t) = m(t) + C(t) + \xi, \quad (1)$$

где $m(t)$ – полиномиальный тренд ряда, $C(t)$ – циклический тренд, подлежащие определению, а ξ – случайная часть с нормальным законом распределения, с нулевым математическим ожиданием, t – время.

Для конкретного региона (предгорная зона КБР) на основе анализа данных многолетних наблюдений построена модель среднегодового количества осадков в виде:

$$Y(t) = 538,6 + 2,07t - 39,12 \cos\left(\frac{\pi}{32}t\right) - 1,76 \sin\left(\frac{\pi}{32}t\right) + 14,08 \cos\left(\frac{\pi}{32}10t\right) + 33,0 \sin\left(\frac{\pi}{32}10t\right) + 32,91 \cos\left(\frac{\pi}{32}19t\right) - 21,31 \sin\left(\frac{\pi}{32}19t\right) \quad (2)$$

На основе построенной модели проведено прогнозирование среднегодового количества осадков по формуле (2).

Из полученных результатов следует, что в предгорной зоне республики этот параметр, проявляя тенденцию роста, увеличивается от 500 мм в начале прогноза и достигая 800 мм к 2035 году, претерпевая периодические изменения, в соответствии с циклическим трендом ряда.

Список использованных источников:

1. Боровиков В.П., Ивченко Г.И. Прогнозирование в системе STATISTICA в среде WINDOWS. М.: «Финансы и статистика», 1999, 382 с.
2. Шугунов Л.Ж., Шугунов Т.Л., Калов Х.М. Особенности климатических зон КБР и возможности регулирования осадков. Нальчик, издательство КБГСХА, 2006. – 226 с.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ

Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д.
Институт физико-технических проблем и материаловедения Национальной академии наук, Кыргызская Республика

Представлены результаты многолетних исследований термического режима нижней атмосферы над средними широтами Центральноазиатского региона, их региональные особенности и причины климатических изменений атмосферных параметров. Проведены исследования основных закономерностей региональных тенденций климатических изменений атмосферных параметров в горных районах Кыргызстана в условиях антропогенной нагрузки и природных факторов. Получены количественные характеристики региональных изменений климата и общая тенденция изменений приземной температуры.

Показано, что в основном преобладают две причины, связанные с природными факторами, такими как солнечные и космические, и антропогенное воздействие. Дана оценка роли и вклада этих двух факторов в процесс потепления в регионе Центральной Азии. Оценен вклад изменений концентрации CO₂ в атмосфере в изменения приземной температуры атмосферы. Показана связь долгопериодных изменений приземной температуры с изменением уровня солнечной активности.

Проведено эмпирическое моделирование изменений приземной температуры над Кыргызстаном. Дан прогноз региональных изменений температуры с учетом антропогенного и природного факторов.

Показано, что для решения проблем устойчивого развития регионов нужны строгие оценки изменений климата, обусловленные природными и антропогенными факторами, не только в глобальном, но и в региональном масштабах.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТРОПОСФЕРЕ НАД ЗАПАДНОЙ СИБИРЬЮ

Карташова Е.С., Задде Г.О., Соколов К.И.*
Томский государственный университет, Россия
*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия

Наблюдаемый климат описывается многими параметрами, из которых атмосферная влага или водяной пар является важнейшей характеристикой, играя большую роль в формировании климата и водного режима. Факт повышения глобальной температуры воздуха уже не подлежит сомнению. В большинстве работ последних лет, посвященных этому вопросу, в качестве основного индикатора изменения климата использовалась именно температура воздуха, изменение которой не может не повлечь за собой изменения влажности воздуха.

Для анализа пространственного распределения влажности использовались данные двусрочных стандартных аэрологических наблюдений шести аэрологических станций: Барабинск, Колпашево, Енисейск, Бор, Тура, Туруханск с целью выявления изменчивости влажности на стандартных изобарических поверхностях 925, 700 и 300 гПа. В качестве инструмента анализа применялся метод интегрально-разностной кривой, в котором использовались аномалии влажности воздуха за четыре месяца – январь (наиболее холодный месяц), апрель (переходный месяц весны), июль (наиболее жаркий месяц), октябрь (переходный месяц осени), всего 48 случаев.

В результате анализа графиков отражающих временную изменчивость влажности на стандартных изобарических поверхностях 925, 700 и 300 гПа было выявлено четыре типа ее изменения. Так, резкое падение влажности, а затем рост характерно для наиболее холодного зимнего месяца (рис.1а). Уменьшение влажности на протяжении всего временного ряда присуще переходным месяцам (апрель и октябрь) (рис. 1б). Смена плавного роста плавным падением свойственна теплой половине года (апрель и июль) (рис. 1в). Увеличение содержания водяного пара со временем отмечено во всех рассматриваемых месяцах (рис. 1г).

рис.1а



рис.1б



рис.1в



рис.1г

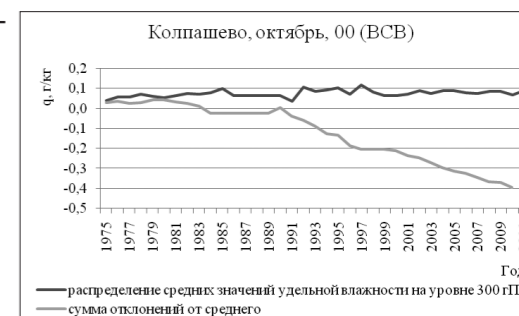


Рис. 1. – Динамика изменения удельной влажности на различных уровнях

Все полученные результаты можно сформировать в таблицу (таблица 1). В таблице символами представлены: ↓↑ - резкое падение влажности, затем рост; ↑↓ - плавный рост сменяется плавным падением; ↑ - рост влажности; ↓ - убывание влажности.

Таблица 1 – Тенденции динамики удельной влажности

Станция	Колпашево			Туруханск			Бор			Тура			Барабинск			Енисейск		
	300	700	925	300	700	925	300	700	925	300	700	925	300	700	925	300	700	925
Срок (BCB) 00																		
Уровень, гПа	↔	↓	↔	↔	↓↑	↔	↔	↔	↔	↑	↓↑	↔	↔	↔	↔	↓↑	↔	↔
Январь	↔	↓	↔	↔	↓↑	↔	↔	↔	↔	↑	↓↑	↔	↔	↔	↔	↓↑	↔	↔
Апрель	↔	↑	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Июль	↑↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔
Октябрь	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Срок (BCB) 12																		
Январь	↔	↔	↔	↔	↓↑	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Апрель	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑↓	↔	↔	↔	↔	↔
Июль	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑↓	↔	↔	↔	↔	↔
Октябрь	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↑	↔	↔

Для исследуемой территории не отмечено какой-либо четкой динамики в изменении удельной влажности во времени. Лишь на некоторых станциях отмечалась временная изменчивость влажности различной направленности на уровне 300 и 700 гПа. В целом можно сказать, что в 65% рассмотренных случаев нет изменений влажности воздуха во времени, т.е. происходит колебание около среднего ее значения.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСТАНА

Кожухметов П.Ж., Кожухметова Э.П., Петрова Е.Е.
РГП «Казгидромет», Казахстан

В последние десятилетия проблема изменения климата из-за участившихся погодных катастроф получила широкий резонанс во всём мире. По данным ВМО, за период 1906–2005 гг. температура воздуха у поверхности Земли повысилась на 0,74°C, последние 50 лет температура повышалась со скоростью 0,13°C каждые 10 лет.

Проведенные исследования показали, что климат Казахстана также значительно потеплел. Температура воздуха повышалась практически по всему Казахстану и во все сезоны года за исключением некоторых локальных районов. Средняя за год температура воздуха возрастала в среднем на 0,30°C/10 лет за период 1941–2010 гг. и на 0,39°C/10 лет за период 1971...2010 гг. Наибольшими темпами рост температур наблюдается в зимний сезон – на 0,38°C/10 лет (1941...2010 гг.) и на 0,51°C/10 лет за последние 40 лет (1971...2010 гг.). Все тренды статистически значимы.

На большей части территории Казахстана значительно сокращается число дней с температурой воздуха ниже 0°C, наиболее существенное уменьшение характерно для горных и предгорных районов юга Казахстана – на 5–6 дней каждые 10 лет (1941–2010 гг.). Возрастает повторяемость экстремально высоких температур воздуха, почти во всей южной половине Казахстана увеличивается количество дней с температурой воздуха выше 35°C – на 1–3 дня каждые 10 лет. Общая продолжительность тёплых периодов становится больше – на 1–4 дня/10 лет, постепенно увеличивается вегетационный период.

Значительных изменений в режиме осадков по территории Казахстана не происходит. Изменения в годовых суммах осадков составляют ±1...2 мм/10 лет. Тренды, в основном, статистически незначимы.

В отдельных районах юга Казахстана значительно увеличилось число интенсивных осадков на 1–2 %/10 лет (1941–2010 гг.), которые летом не обеспечивают необходимое увлажнение почвы, так как быстро стекают по поверхности и почти сразу испаряются за счёт высокой температуры воздуха. Практически на всей территории Казахстана уменьшилась максимальная продолжительность бездождного периода (на 0,2–0,6 дней/10 лет) – что является важной характеристикой климата, особенно для сельского хозяйства.

Повсеместное повышение сезонных и годовых температур приземного воздуха и практически неизменное или уменьшающееся количество летних осадков приводят к усилению засухливости климата в равнинных районах полупустынь и пустынь, а также в близлежащих к ним регионах.

Сельское хозяйство Казахстана – важная отрасль экономики и оно относится к наиболее чувствительным к изменениям погоды и климата. Происходящие изменения глобального и регионального климата могут привести к изменениям сложившегося равновесия системы климат – водные ресурсы – сельскохозяйственное производство, что неминуемо скажется на условиях произрастания сельскохозяйственных культур и их урожае.

Анализ неблагоприятных агрометеорологических явлений, вызвавшие значительное или полное уничтожение посевов на территории Казахстана за период 2005–2010 года показал,

что доля атмосферной и почвенной засухи составляет около 80%, ливневого дождя и града – 14%, заморозки – 2%, переувлажнения почвы – 2%, сильных морозов и сильных ветров – по 1%. Соответственно самым распространенным и опасным явлением в сельскохозяйственных районах Казахстана является засуха. Засуха, охватившая преобладающую зерносеющую территорию республики, за последние 45 лет наблюдалась 7 раз: в 1975, 1977, 1984, 1991, 1995, 1998 и 2010 году. Соответственно вероятность установления засухи на преобладающей территории зерносеющей зоны Казахстана составляет 16%, т.е. она имеет вероятность повторения 1 раз в 7 лет. Сильные засухи (снижающие урожайность на 50% и более) имеют высокую повторяемость в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Карагандинской и Костанайской областях (24-13%), в остальных областях – низкую повторяемость (2-9%).

В соответствии с прогнозами климатологов Казахстана в 21 веке продолжится дальнейшее потепление климата (рост температуры воздуха, количество осадков – без существенных изменений). Основываясь на этих данных нами выполнена попытка оценить уязвимость сельского хозяйства (урожайности яровой пшеницы, пастбищ, и условий выпаса и продуктивности пастбищного овцеводства) в 2030, 2050 и 2085 годах. Согласно расчетным данным к 2085 году зоны увлажнения могут сместиться к северу до 250-300 км. В этом случае все северные районы Казахстана окажутся в полусухой зоне, а засушливая зона будет занимать более обширную территорию.

По прогнозу в 2030 году, в среднем, во всех областях Северного Казахстана будут наблюдаться оптимальные агрометеорологические условия. Увеличение температуры воздуха приведет к тому, что всходы яровой пшеницы будут дружными и появятся на неделю раньше средних многолетних сроков. Засушливые условия в период налива зерна будут наступать на неделю позже, что в результате положительно отразится на урожае. В итоге урожайность по этому сценарию будет в пределах и даже выше существующего среднего многолетнего значения. Однако, в последующие годы (2050 г, 2085 г) увеличение средней температуры воздуха еще на 2-4 градуса приведет резкому снижению урожайности зерновых. Так, ожидается, что урожайность в Костанайской, в Акмолинской и Павлодарской областях будет составлять 25–60 % ее среднего многолетнего значения, в Северо-Казахстанской – 70–90%.

Что касается уязвимости пастбищной растительности и овцеводства, то результаты оценки показали, что ожидаемое потепление климата могут иметь для них как положительные, так и отрицательные последствия. К положительным последствиям относятся: смягчение условий зимнего выпаса овец, раннее начало весенней вегетации пастбищных растений, некоторое увеличение урожайности пастбищных растений в первую половину весны, оптимизация температурного режима высокогорных пастбищ и более ранний перегон овец на джайлау, удлинение вегетационного периода пастбищных растений. К отрицательным последствиям потепления климата относятся: увеличение межгодовой и внутрисезонной изменчивости зоометеорологических показателей, увеличение повторяемости аномально холодных зим и жарких лет, ужесточение условий летнего выпаса овец на равнинных пастбищах, снижение урожайности и раннее выгорание пастбищ летом, значительное снижение продуктивности овец при не соблюдении технологии отгонно-пастбищной системы содержания.

Делается вывод, что устойчивое развитие сельского хозяйства Казахстана невозможно без проведения адаптационных мероприятий к изменению климата.

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНОЙ СРЕДЫ МАЛЫХ РЕК ПРИАЗОВЬЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Кондакова М.Ю.
ФГБУ «Гидрохимический институт», Россия

Многолетние изменения содержания растворенных химических веществ в пресноводных экосистемах являются наглядным проявлением экологических последствий антропогенного воздействия. Поэтому выявление основных тенденций пространственно-временной изменчивости компонентного состава водной среды рек является актуальным.

Сбор и обобщение многолетней (1990-2010) режимной гидрохимической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) по содержанию в водной среде рек Миус, Кагальник, Кирпили и Челбас кислорода, легкоокисляемых органических веществ (ЛООВ) (по БПК₅), главных ионов, биогенных элементов и приоритетных загрязняющих веществ позволили проанализировать характер и степень загрязненности водной среды исследуемых рек и оценить изменчивость состояния речных экосистем.

Выявлено, что степень загрязненности водной среды изменялась от очень загрязненной до грязной для рр. Миус и Кагальник; от очень загрязненной до очень грязной для р. Кирпили; от грязной до очень грязной для р. Челбас.

Характерными загрязняющими веществами для рассматриваемых рек являются сульфаты, магний, ЛООВ (по БПК₅), азот нитритный, соединения железа и меди, фенолы, нефтепродукты, а для р. Челбас (станция Каневская) и кальция. Постоянное превышение ПДК по сульфатам, кальцию и магнию возможно обусловлено природными особенностями региона.

В число критических показателей загрязненности (КПЗ) за многолетний период для большинства рек входили сульфаты, азот нитритный и нефтепродукты, а также ЛООВ (по БПК₅) (рр. Челбас, Кирпили), соединения меди (рр. Челбас, Кирпили) и цинка (рр. Кагальник, Кирпили). Помимо этого по ЛООВ (по БПК₅), азоту нитритному и сульфатам наблюдались случаи высокого загрязнения (ВЗ). В многолетнем аспекте можно отметить тенденции уменьшения числа ингредиентов, входящих в категорию КПЗ и случаев ВЗ (в 2000-2010 гг. по большинству показателей случаев ВЗ не зафиксировано).

Нарушение кислородного режима водных объектов за период исследований наблюдалось на реках Кагальник и Челбас. Причем, если за период 1990-2000 гг. отмечены случаи снижения концентрации кислорода до 2,53 мг/л и даже до 1,18 мг/л (р. Челбас, 1990), то с начала 2000-х годов зафиксирован только один случай снижения содержания кислорода до 2,35 мг/л (р. Кагальник, 2001 г.).

Для выявления общих тенденций изменения содержания в водной среде растворенных химических веществ рассчитаны по пятилетним периодам и проанализированы медианные концентрации. Результаты анализа показали для большинства исследуемых рек тенденции снижения содержания растворенного в воде кислорода, фосфора общего, соединений железа, нефтепродуктов и увеличения концентраций сульфатов и магния.

Оценка состояния водных экосистем проводилась с использованием разработанного в Гидрохимическом институте классификатора по таким показателям как растворенный в воде кислород, азот аммонийный и ЛООВ (по БПК₅).

Согласно минимальным значениям концентраций растворенного в воде кислорода состояние водных экосистем изменялось от естественного к переходному из естественного в равновесное (рр. Миус, Кирпили), от естественного к переходному из равновесного в кризисное (р. Кагальник). По содержанию в водной среде рек азота аммонийного состояние экосистем изменялось от естественного к равновесному (рр. Миус, Кирпили), либо оставалось неизменным (равновесное, р. Кагальник; переходное из равновесного в кризисное, р. Челбас); по содержанию ЛООВ (по БПК₅) состояние водных экосистем всех исследуемых рек улучшилось.

КРИТЕРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Коршунова Н.Н., Булыгина О.Н., Разуваев В.Н.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Россия

В последние годы возросла изменчивость и экстремальность современного климата, интенсивность природных катаклизмов, вызванных климатическими процессами. На территории России, обладающей чрезвычайно большим разнообразием климатических условий, встречаются более 30 видов опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), за которыми Росгидромет ведет регулярные наблюдения с целью их обнаружения и прогнозирования.

До 2008 года для всей территории России существовало единые критерии опасных явлений, хотя многие климатические параметры в значительной степени зависят от рельефа и характера подстилающей поверхности. Целью данного исследования являлось детальное изучение пространственного распределения экстремальных значений климатических параметров для теоретического обоснования выбора критериев экстремальности для различных регионов России.

С целью исключения неоднородности в рядах для расчетов критериев экстремальности по максимальной и минимальной температуре воздуха, осадкам, скорости ветра использовались разные периоды осреднения: по температуре и осадкам – 1966–2010 гг.: по скорости ветра – 1979–2010 гг. Для расчетов критериев экстремальности по осадкам и скорости ветра использовались данные 887 станций России. Температура воздуха имеет гораздо меньшую пространственную изменчивость, поэтому использовались данные 538 станций. Статистические характеристики (значения границы 90, 95 и 99% интервала в распределении максимальной скорости ветра, осадков, максимальной температуры воздуха и 10, 5 и 1% интервала в распределении минимальной температуры воздуха) получены для всех сезонов и года в целом. Результаты представлены в виде карт, полученных с помощью геоинформационной системы (ГИС) в регулярной азимутальной стереографической проекции. Использовался стандартный IDW-метод пространственной интерполяции с коэффициентами обратно пропорциональными квадрату расстояния (пакет программ «MAPINFO»).

Анализ полученных сезонных и годовых карт критериев экстремальности позволил выявить общие черты и сезонные особенности в пространственном распределении климатических параметров – скорости ветра, осадков, минимальной и максимальной температуры воздуха.

Исходя из результатов исследования рекомендовано в качестве критериев опасных гидрометеорологических явлений использовать годовые значения границ 90%-ных интервалов ранжированного ряда максимальной температуры воздуха, осадков, максимальной скорости ветра и 10%-ного интервала ранжированного ряда минимальной температуры воздуха с учетом региональных особенностей их распределения.

МОНИТОРИНГ УФ-ОБЛУЧЁННОСТИ НА ШИРОТЕ ТОМСКА

Косторная А.А., Смирнов С.В.*
Томский государственный университет, Россия
*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Россия

По сведениям ВОЗ из-за чрезмерного воздействия солнечного УФ-излучения (УФИ) ежегодно в мире преждевременно умирает несколько десятков тысяч человек. Так, в 2000 г. в Европе по разным оценкам было зарегистрировано от 14 до 26 тыс. таких смертей. Поэтому с целью уменьшения опасных последствий воздействия УФИ во многих странах осуществляется мониторинг УФИ, и проводятся научные исследования как свойств самого излучения и его распространения в атмосфере, так и его влияния на органический и неорганический материал.

В Томске мониторинг УФИ проводится с 2006 г. в геофизической обсерватории ИМКЭС СО РАН. С помощью 6-канального среднего разрешения фильтрового радиометра NILU-UV-6T № 04117 измеряется пространственная облучённость на длинах волн 305, 312, 320, 340, 380, 400, 700 нм, определяется облучённость в областях А (315–400 нм) и В (280–315 нм), а также СIE- и CLW-облучённости.

В данной работе сообщаются результаты расчёта количества дней с превышением пороговых значений (когда необходима защита кожи и глаз человека) УФ-В- и СIE-облучённостей, равных 2,5 и 0,13 Вт/м² [1] соответственно, по данным мониторинга УФИ в течение 2006–2011 гг., а также разработки математической модели УФ-облучённости для условий безоблачной атмосферы на широте Томска.

Расчёт показал, что в Томске с января по апрель и с сентября по декабрь включительно превышений пороговых значений УФ-облучённости не наблюдается, наоборот, в эти периоды существует дефицит приходящего УФИ. Дни с превышениями отмечаются только с мая по август. За весь период наблюдений наибольшее количество дней с превышениями для СIE-облучённости наблюдалось в июле (23 дня), для УФ-В-облучённости – в июне (31 день). Среднемесячные значения количества дней с превышениями для СIE-облучённости составили 3 дня в июне и 3,8 дня в июле, для УФ-В-облучённости – 5,7 дней в июне и 5,2 дня в июле.

С целью прогнозирования УФ-облучённости была предпринята попытка разработать её математическую модель. За основу была взята существующая для озонометрической станции Обнинск модель Макс-98 [2], которая была скорректирована для широты Томска. В результате для условий безоблачной атмосферы получилось следующее выражение:

$$Q_{max} = 3077 \exp\{-[(D-176)/84]^2\},$$

где Q_{max} – максимальная поверхностная плотность энергии излучения (Дж/м²); D – юлианский день (от начала года). Полученная модель была проверена на экспериментальных данных. На рис. 2 показано это сравнение. Как видно, модель достаточно хорошо согласуется с усреднёнными за 2006–2011 гг. значениями поверхностной плотности энергии УФ-В-излучения. При сравнении модели с отдельными годовыми ходами наилучшее совпадение было получено для 2009 и 2010 гг.

В последующем будет проведена работа по уточнению модели с учётом количества облачности и суточного хода.

Список использованных источников:

1. Стржижовский А. Д. Медико-биологические и экономические последствия истощения стратосферного озона // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1998. – Т. 38. – Вып. 2. – С. 238–246
2. Галкина И. В. Экспериментальная проверка различных методов прогнозирования уровня биологически активной ультрафиолетовой радиации, достигающей поверхности земли (на примере Калужской области) / И. В. Галкина, В. И. Васильев, Т. В. Козина, В. Н. Тихонов // Труды регионального конкурса научных проектов в области естественных наук. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 2. – С. 545–551.

ЧИСЛЕННЫЕ ПРОЕКЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДО 2050 ГОДА НА ПРИМЕРЕ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Краковская С.В., Гнатюк Н.В., Дюкель Г.А.
Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт
МНС и НАН Украины, Украина

Одним из признанных современных инструментов изучения климатических изменений являются численные гидродинамические модели. Для оценки возможности применения существующих региональных климатических моделей (РКМ) для построения проекций изменений регионального климата на территории Украины в XXI веке были выбраны региональные модели REMO (Институт метеорологии Макса-Планка, г. Гамбург, Германия), RegCM3 (Международный центр теоретической физики, г. Триест, Италия) и RCA3-E (Шведский метеорологический институт, Норкепинг, Швеция). Регионом исследований была выбрана наиболее восточная область Украины – Луганская. В данном регионе хорошо развита промышленность и анализ региональных отличий годового хода метеорологических показателей, в частности температуры воздуха и количества осадков, необходим для стратегического планирования развития аграрного комплекса, энергетики и других отраслей экономики.

Верификация региональных климатических моделей проводилась для двух периодов: 1971-1990гг. и 1991-2010гг. отдельно для температуры воздуха и количества осадков для территории Луганской области с помощью данных наблюдений метеорологической сети, а также базы данных E-Obs. Характеристики усреднялись по всей территории области как для моделей, так и для данных наблюдений. Анализировались многолетние средние годовые и месячные характеристики, их стандартные отклонения как межгодовая изменчивость и амплитуда годового хода, коэффициенты вариации (для осадков), абсолютные и среднеквадратичные ошибки, а также рассчитывались коэффициенты корреляции. По полученным результатам лучшей РКМ в регионе исследований оказалась REMO, ее можно рекомендовать для исследований, требующих применения не только среднегодовых и среднемесячных, но и суточных значений характеристик. Модель RCA3-E также является вполне приемлемой для использования на территории области для прогноза месячных значений. Для модели RegCM3 получены наибольшие значения абсолютной ошибки.

Для получения количественных оценок проекции климатических изменений до 2050 г. для Луганской области было применено ансамбль из двух региональных климатических моделей - REMO и RCA3-E, которые показали лучшие результаты проведенной верификации на примере прошлого и современного периодов. Определялись изменения климатических характеристик для двух будущих 20-летних периодов 2011-2030гг. и 2031-2050 гг. относительно современного – 1991-2010 гг. Для этого сначала осредняли ежемесячные данные о температуре воздуха и количестве осадков двух моделей (ансамблевое осреднение) для выше указанных периодов и получали абсолютные для температуры и относительные для осадков разницы соответствующих значений. Для получения абсолютных величин в качестве базовых использовали данные E-Obs за 1991-2010гг. Анализ полученных количественных проекций изменения температурного режима в Луганской области, позволяет сделать несколько основных выводов: на фоне общего потепления и увеличения средних годовых температур отмечается уменьшение амплитуды годового хода на $-0,2^{\circ}\text{C}$ и $-0,5^{\circ}\text{C}$ для двух будущих периодов соответственно, что свидетельствует о ожидаемом уменьшении континентальности климата. Также уменьшаются стандартные отклонения для осредненных летних и для большинства месячных температур, что свидетельствует о некоторой стабилизации температурного режима в эти месяцы, исключениями являются январь, октябрь и

апрель, для которых это утверждение обратно. Относительно ожидаемых изменений в режиме увлажнения в Луганской области: годовые суммы осадков практически не изменятся так же, как и их стандартные отклонения и коэффициенты вариации в двух будущих периодах. Направление изменений количества осадков совпадает в обеих моделях практически во все месяцы. По три месяца выходят за пределы 20% изменений как в сторону увеличения количества осадков (апрель, сентябрь и декабрь), так и уменьшения (май, июль и октябрь). В целом, осадки скорее будут увеличиваться в холодное время года с декабря по апрель, и уменьшаться в теплое с мая до июля.

Таким образом, проведенное исследование позволило получить количественные сценарии возможных изменений основных климатических характеристик в Луганской области на два 20-летия: близкое (2011-2030гг.) и отдаленное будущее (2031-2050гг.) относительно современного контрольного периода 1991-2010гг. Полученные результаты могут найти широкое практическое применение в исследованиях специалистов различных смежных с климатологией научных направлениях, а также для разработки адаптационных и смягчающих мер для климатозависимых отраслей экономики и других сфер деятельности в регионе. Также проведенная верификация нескольких региональных климатических моделей выявила наиболее «успешную» РКМ в Луганской области, а именно REMO, суточные данные которой можно рекомендовать для применения в тех исследованиях, где это необходимо (например, агрометеорология, гидрология, анализ экстремальных и опасных явлений погоды).

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СЕВЕРЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Кукаренко Е.А., Василевская Л.Н., Ламаш Б.Е.
Дальневосточный федеральный университет, Россия

Изучение региональных климатических изменений, особенно в прибрежных районах, на фоне происходящего глобального потепления климата в современный период, имеет большое научное и практическое значение.

Цель работы состояла в оценке наблюдаемых изменений термического режима за последние 70 лет на западном и восточном побережьях северной части Японского моря.

В качестве исходного материала использовались данные о среднемесячной температуре воздуха на девяти станциях Приморского, Хабаровского краев и о. Сахалин за период с 1940 по 2010 гг., размещенные на сайте ВНИИГМИ-МЦД – <http://www.meteo.ru/>

Анализ климатической изменчивости проводился по средним за календарные сезоны и за год температуры воздуха на станциях Богородское, Советская Гавань, Золотой, Преображение, Посьет, Погиби, Ильинский, Углегорск и Александровск-Сахалинский. Для оценок наблюдаемых тенденций изменения термического режима за исследуемый период значимость линейных трендов рассматривалась на 95% уровне значимости по критерию Стьюдента. Помимо этого определялись резкие изменения, так называемые сдвиги в многолетнем ходе аномалий температур, для чего строились интегральные кривые аномалий годовой и сезонных температур.

В результате проделанного анализа получены выводы о том, что в динамике годовых температур как на западном (Приморье, Хабаровский край), так и на восточном (о.Сахалин) побережьях севера Японского моря наблюдается устойчивый, статистически значимый положительный тренд, который прослеживается во все сезоны года. Однако наибольший вклад в потепление прибрежных районов вносят зимние месяцы. Так, скорость повышения зимних температур составила от 0,024 до 0,04°C/год, тогда как в весенние месяцы – всего от 0,003 до 0,02°C/год. Следует подчеркнуть, что повышение температуры более активно происходит на западном побережье исследуемого района, по сравнению с восточным.

На основе анализа интегральных кривых аномалий температур воздуха как годовых, так и сезонных выделяются относительно теплые (с преобладанием положительных аномалий) и холодные эпохи (с преобладанием отрицательных аномалий). На фоне длительных эпох прослеживаются короткопериодные колебания аномалий температуры. Поскольку целью работы не являлось выявление явных и скрытых периодичностей в многолетнем ходе температуры, то основной результат изучения графиков накопленных аномалий позволил выявить наиболее резкие изменения в картине динамики температур.

А именно, на всех метеорологических станциях с конца 1980-х годов прошлого столетия отмечается резкое повышение температуры. Примечательно, что скорость повышения температуры за последнее двадцатилетие (по сравнению со скоростью изменения по всей длине выборки) увеличилась больше всего на самых северных станциях исследуемого региона (Богородское, Совгавань, Погиби) зимой и весной. В остальные сезоны года, и в более южных районах побережья она осталась неизменной или даже несколько уменьшилась.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Лыкосов В.Н.
Институт вычислительной математики РАН, Россия

Дан краткий обзор современного состояния исследований по проблеме математического моделирования изменений климата в связи с оценкой их опасных последствий для природной среды, в частности, на территории России. Главным средством изучения как климатической системы в целом, так и протекающих в ней процессов, является суперкомпьютерное моделирование, базирующееся на иерархии численных моделей – от глобальных, основу которых составляют модели общей циркуляции атмосферы и океана, до многомасштабных моделей геофизической турбулентности. Пространственное разрешение большинства климатических моделей в настоящее время позволяет достаточно хорошо воспроизводить температурный и влажностный режим над относительно однородными ландшафтами, например, водосборами крупных рек. Необходимо, однако, разработка высокопроизводительных вычислительных технологий для оценки региональных и локальных последствий наблюдающегося и возможного в будущем глобального потепления. В частности, особый интерес для развития народного хозяйства в северных регионах России представляют процессы, связанные с деградацией вечной мерзлоты, образованием термокарстовых озер, выделением метана, динамикой прибрежных морей и их ледового покрова, воздействием на нефтегазовую инфраструктуру и городскую застройку.

Особое внимание в докладе уделено численному моделированию региональных особенностей климатических процессов. В частности, для воспроизведения атмосферных условий над ландшафтами «подсеточного» масштаба необходимо производить пространственную детализацию полей климатической модели. Это можно сделать с помощью статистической или динамической модели. Динамическая модель представляет собой, как правило, мезомасштабную модель атмосферы, с помощью которой усваиваются результаты расчетов с моделью более крупного масштаба. Интенсивное развитие вычислительной техники и совершенствование пространственного разрешения моделей дает возможность перевести многие моделируемые процессы из разряда подсеточных в класс явно описываемых. В качестве инструмента разработки и верификации новых параметризаций в докладе предлагается использовать вихреразрешающие модели пограничного слоя атмосферы, явно воспроизводящие как большую часть мелкомасштабной турбулентности, так и крупномасштабные структуры.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ТИКСИ – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО МЕЖДУНАРОДНОЙ СЕТИ ПОЛЯРНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Макштас А.П., Богородский П.В., Кустов В.Ю.,
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Россия
Решетников А.И.
Главная Геофизическая Обсерватория, Россия
Коноплев А.В.
НПО «Тайфун», Россия Федерация
Репина И.А.
Институт физики атмосферы РАН, Россия
Уттал Т.,
Лаборатория исследований систем Земли, НОАА, США
Лаурила Т.
Финский метеорологический институт, Финляндия

Гидрометеорологическая обсерватория в Тикси - важный компонент сети арктических атмосферных обсерваторий, включающей обсерватории в Барроу (Аляска, США), Еурика и Алерт (Канада), Саммит (Гренландия), Нью-Олесунд (Норвегия), Паллас и Солданкула (Финляндия) и Абиско (Швеция). Совместная работа перечисленных обсерваторий обеспечивает циркумполярный мониторинг атмосферных процессов в высоких широтах, ориентированный на выявление причин и последствий изменений климата Арктики, включая атмосферные и гидрологические процессы, изменения химического состава атмосферы, таяние вечной мерзлоты, береговую эрозию, радиационный баланс, прямое и косвенное воздействие облачности и аэрозольной составляющей атмосферы на радиационные процессы.

В состав основных задач Обсерватории входят:

- сбор качественных данных о составе атмосферы и атмосферных процессах, а также о сопутствующих параметрах суши для целей изучения погоды и климата;

- интегрирование данных наблюдений и измерений в международные наблюдательские сети: Global Atmosphere Watch (Глобальная служба атмосферы, ВМО), Baseline Surface Radiation Network (Базовая сеть наземных радиационных наблюдений, ВМО), Climate Reference Network (Базовая сеть наблюдений за климатом), Global Terrestrial Network for Permafrost (Глобальная сеть наблюдений за вечной мерзлотой) и Micropulse Lidar Network (Сеть лидарных наблюдений).

Поселок Тикси расположен в зоне влияния на атмосферные процессы как Атлантического, так и Тихого океанов. Такой режим циркуляции атмосферы в районе станции обуславливает разнообразие и изменчивость ее основных характеристик. Так, например, данные реанализа NCEP показывают, что изменчивость облачного покрова в летний период здесь существенно выше, чем в Барроу или Алерте. Однако сами данные реанализа, особенно об облачности и величинах радиационных потоков тепла, вариации которых являются одной из возможных причин изменений климата региона, должны быть протестированы по натурным данным, количество и качество достигло адекватного которых в настоящее время явно недостаточны.

Для ликвидации этого недостатка в Обсерватории организованы, в рамках программы Базовой сети радиационных наблюдений ВМО, радиационные измерения и, в ближайшем будущем, планируется развернуть современные инструментальные наблюдения за облачностью. Результаты таких измерений будут особенно важны при анализе исторических данных.

Одним из важных направлений исследований, проводимых в Гидрометеорологической обсерватории Тикси, являются исследования парниковых газов (озона, углекислого газа и метана). Особое внимание к этому направлению обусловлено тем, что по существующим на сегодняшний день представлениям, наблюдающаяся и прогнозируемая в будущем вследствие возможного потепления климата деградация вечной мерзлоты, в районе распространения которой расположена обсерватория, может привести к мощному выбросу в атмосферу парниковых газов, особенно метана.

Регион Тикси представляет также большой интерес и с точки зрения исследований загрязнения атмосферы Арктики. В зависимости от направления переноса воздушных масс наблюдения в обсерватории дают возможность оценить влияние на качество атмосферного воздуха Арктики различных регионов России, Северной Америки, Европы и Центральной Азии.

В докладе приведена информация об изменчивости климата района с 1932 года, года организации полярной метеостанции Тикси, по настоящее время, а также об основных измерительных комплексах, развернутых в открытой в 2010 году Гидрометеорологической обсерватории.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА УВЕЛИЧЕНИЕ ЭМИССИИ МЕТАНА НА ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ

Малахова В.В., Голубева Е.Н.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия

Глобальные изменения в Арктике проявляются в росте температуры воздуха, сокращении площади морских льдов, деградации вечной мерзлоты и в увеличении разрушения берегов арктических морей. Результаты моделирования климата показывают высокую вероятность развития и усиления этих явлений в будущем. Данные экспедиционных исследований 2003–2007 гг. демонстрируют масштабную эмиссию метана из мелководной части шельфа в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых [1]. Была выдвинута гипотеза об усилении эмиссии метана, высвобождающегося из мелководных арктических шельфовых газогидратов в результате образования сквозных таликов и увеличения проницаемости подводных мерзлых отложений. С другой стороны, увеличение потоков метана в атмосферу могло быть следствием усиления биогенного метаногенеза в поверхностном слое осадков в результате увеличения выноса на шельф органического вещества реками и роста температуры придонных вод [2]. Часть этих аномалий может быть связана с наземными источниками, поставляющими метан посредством речного стока. В этой связи становится актуальным выявление вклада пресноводных и морских арктических экосистем в общую эмиссию метана на арктическом шельфе.

Для проведения численных исследований была использована региональная модель Северный Ледовитый океан (СЛО) – Северная Атлантика, разработанная в ИВММГ СО РАН. В результате работы численной модели с использованием данных реанализа NCEP/NCAR была восстановлена система взаимодействия водных масс Северной Атлантики и СЛО, включая циркуляцию вод в морях сибирского шельфа с 1948 по 2010 гг. В соответствии с проведенными расчетами в системе водных масс СЛО в последние десятилетия получены значительные изменения. В частности, происходит увеличение температуры вод восточно-сибирского шельфа. Эти результаты, подкрепленные данными измерений [3] дают основание для проведения некоторых сценарных расчетов для получения количественной оценки возможной эмиссии метана из морей восточной Арктики. Распределение растворенного метана в морской воде получено как решение адвективно-диффузионного уравнения для примеси. Процесс окисления метана параметризуется на основе эмпирического соотношения на время «жизни метана» с учетом зависимости от концентрации. В рамках описанной модели были реализованы численные эксперименты по поступлению растворенного метана из донных резервуаров и путем речного стока в период с 2002 по 2010 год в соответствии с тремя сценариями.

В первом сценарии предполагалось увеличение газовой проницаемости многолетних мерзлых донных осадков и поступление растворенного метана из донных отложений равномерно по всей области шельфа в виде диффузионных потоков порядка 3 нмоль/м² [3].

Во втором сценарии были заданы потоки из донных резервуаров, рассчитанные для арктических областей для случая разрушения поддонных газогидратных залежей [4], порядка 1000 нмоль/м² в секунду. При этом были рассмотрены область пролива Лаптева и район близ дельты реки Лена, где по данным 2003–2007 гг. были зарегистрированы устойчивые аномалии растворенного метана. В соответствии с третьим сценарием увеличенные концентрации растворенного метана задавались в эстуариях сибирских рек. Во всех экспериментах был рассмотрен только диффузионный транспорт метана в воду, без учета пузырьковой эмиссии.

Поток метана из шельфовых вод в атмосферу был рассчитан как функция разницы концентрации растворенного метана в поверхностном слое воды и равновесной с атмосферой концентрации метана, скорости ветра и поверхностной температуры. Выполненные сценарные расчеты позволили оценить возможные потоки метана в атмосферу. Получено, что суммарная эмиссия метана на шельфе морей восточной Арктики при рассмотрении всех источников может составить от 16 до 54 килотонн в год за период открытой воды, что на два порядка ниже оценок приведенных в [1].

Работа выполнена при поддержке междисциплинарного ИП СО РАН №109, проекта РФФИ № 11-05-01075-а

Список использованных источников:

1. Shakhova N., Semiletov I., Salyuk A., Yusupov V., Kosmach D., Gustafsson O. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf // *Science*. 2010. № 327. P. 1246-1250.
2. Анисимов О.А., Борзенкова И.И., Лавров С.А. Современная динамика подводной мерзлоты и эмиссия метана на шельфе морей Восточной Арктики в контексте прошлых и будущих изменений климата // <http://permafrost.su/sites/default/files/Anisimov%20et%20al.pdf>
3. Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане. 2007// Санкт-Петербург. ААНИИ. – 2008. 82 стр.
4. Elliott S. Maltrud M, Reagan M., Moridis G., Cameron-Smith P. Marine methane cycle simulations for the period of early global warming // *J. Geophysical Research*. - 2011.- V.16.- G01010. doi:10.1029/2010JG001300
5. Reagan M. T., Moridis G. J. Dynamic response of oceanic hydrate deposits to ocean temperature change // *J. Geophysical Research*. – 2008. – V.113. C12023, doi:10.1029/2008JC004938.

О ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕОСНАЩЕНИИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

Малышев В.А.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия
Луцько Л.В., Соколенко С.А., Бычкова А.П.,
ФГБУ «ГГО», Россия
Казеев Ю.И.,
ОАО «Пеленг», Беларусь
Шевченко А.И.
ЗАО «ЛАНИТ», Россия

По состоянию на январь 2011 г. в России насчитывалось 187 пункта, работавших по трем различным программам наблюдений: в 46 пунктах проводилась непрерывная круглосуточная регистрация пяти видов радиации; в 69 пунктах выполнялись срочные наблюдения в шесть стандартных актинометрических сроков; 72 пункта работали по сокращенной программе измерений суточных сумм суммарной радиации. Для наблюдений по этим программам составы технических средств различны. В большинстве пунктов до сих пор используются приборы и оборудование, изготовленные Тбилиским заводом «Гидрометприбор», которые к настоящему времени неоднократно выработали свой ресурс, устарела также и технология измерений.

В 2005 г. начались работы в рамках Проекта технического переоснащения метеорологической сети Росгидромета на кредиты, выделенные МБРР. Для актинометрической сети были закуплены всего лишь 19 зарубежных автоматизированных актинометрических комплексов ААК производства фирмы Kirr&Zonen, предназначенных для работы по программе регистрации. Комплекс ААК, в дополнение к прямой солнечной, суммарной, рассеянной и отраженной радиации, входящим в программу табельной регистрирующей установки УАР, измеряет длинноволновую приходящую и уходящую радиацию, а в шести пунктах – также ультрафиолетовую. Балансмер в состав ААК не входит, и радиационный баланс определяется по показаниям четырех датчиков.

Методическое сопровождение размещения ААК на метеорологической площадке, проведения измерений и обработки результатов наблюдений осуществляет ФГБУ ГГО. Программное обеспечение (ПО) разработано совместно с ЗАО «ЛАНИТ» и обеспечивает получение данных в форматах, принятых в режимно-справочном банке данных «Актинометрия» и для передачи в Международный центр радиационных данных. ПО для ААК одобрено Методической комиссией ФГБУ ГГО и рекомендовано к внедрению на сеть.

Разумеется, 19 комплексов ААК проблему переоснащения актинометрической сети не решают. Однако, в настоящее время выпускаются отечественные (российско-белорусские) приборы и оборудование, из которых возможна полная комплектация отечественных автоматизированных комплексов, аналогичных зарубежным ААК. Это актинометрические приборы типа «Пеленг», следящая система типа «Пеленг» и другое вспомогательное оборудование, разработанное ЦКБ ГМП ФГБУ «НПО «Тайфун» под руководством ФГБУ ГГО (как и разработки, выполненные ОАО «Пеленг»).

Если ААК предназначены для работы только по программе регистрации, то приборы типа «Пеленг» обеспечивают составление комплектов также для работы по программам регистрации и сокращенной. Такие комплекты успешно используются на сети.

ЦКБ ГМП ФГБУ «НПО «Тайфун» освоено в производстве вспомогательного оборудования, необходимого для установки актинометрических датчиков на метеорологической площадке: стойки-стрелы для размещения пиранометров суммарной и отраженной радиации, теневых колец для пиранометра рассеянной радиации и балансомера, актинометрической трубы для использования при поверке пиранометров и балансомеров при их поверке в естественных условиях по солнцу, а также контроллера типа БЦИ с программным обеспечением для автоматизированных комплексов. Идеология создания новых технических средств была определена ФГБУ «ГГО», которое осуществляло научно-техническое руководство всеми разработками.

Стоимость отечественного актинометрического комплекса ниже, чем зарубежного. При этом его обслуживание и метрологическое обеспечение требует меньших затрат, а сходимости с накопленными рядами данных.

Результаты натурных испытаний новых отечественных разработок, проведенных в ФГБУ ГГО и ФГБУ «НПО «Тайфун», а также выполненных на сети, показывают целесообразность переоснащения остальных 90 % наблюдательных пунктов Росгидромета актинометрическими приборами российско-белорусского производства.

ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ РЕАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Махмудов Р.Н.
Национальный Департамент по Гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики, Азербайджан

Ученые климатологи впервые о современных климатических изменениях начали высказывать свои мнения еще в 70-х годах прошлого века. Начиная с 90-х годов рост интенсивности глобальных климатических изменений и их региональное влияние увеличили число происходящих природных катастроф, связанных с гидрометеорологическими процессами. Вопреки закономерности гидрометеорологических процессов во всех регионах земного шара наблюдается аномалия как в режимах метеоэлементов, так и водно-балансовых режимах рек. А все это наносит огромный ущерб экономики и в том числе людям в региональном и мировом масштабе. Именно в результате этого ученые, политики, международные организации более серьезно относятся к климатическим изменениям, от непредсказуемых последствий которого зависит существование современной цивилизации.

В докладе анализируются естественные и антропогенные факторы, способствующие климатическим изменениям и приводятся данные последних лет о реальной тенденции изменения климатических показателей в Азербайджане.

Тенденция изменения климата в Азербайджане наблюдается с 1980-х годов прошлого века. Однако в последние 15–20 лет, как и во всем мире, так и в Азербайджане градиент изменения климата значительно возрос.

Исследования гидрометеорологических процессов в Азербайджане по предложенным циклам ВМО показывает, что среднегодовые температуры после 1991-го года по сравнению с 1961–1990 гг. увеличился на +0.8°C. Сезонные анализы температуры показывает, что, несмотря на увеличение среднегодовых температур, в отличие от других сезонных, весенних температур повышение не наблюдается. Анализ температурных аномалий по высотам показывает, что в республике по высотам рост температур становится еще больше, т.е. на высоте > 1000м увеличение температур составляет +1.2°C. А это способствует в свою очередь поднятию по высотам снеговых линий и увеличению зимних стоков в реках, и уменьшению продолжительности весенних половодий.

Одновременно региональные климатические изменения способствуют и на изменения многолетних, годовых и месячных экстремальных температурных показателей, т.е. последние 20 лет на территории Азербайджана наблюдаемые месячные минимальные и максимальные температуры побили все рекорды за период метеорологический наблюдений. Самая максимальная температура за весь период наблюдений зафиксировано в августе 2000г. (+46°C).

В результате всех этих аномалий на территориях республики последние годы интенсивность опасных гидрометеорологических процессов увеличивается. Среди них самым ярким оказался 2010 г. в котором было зафиксировано около 20-ти случаев с сильными половодьями и селями. В период многоводья в нижнем течении реки Куры произошли продолжительные наводнения. На реках Кура-Аракс зафиксирован максимальный уровень, был нанесен колоссальный ущерб республике в размере около 500мл.евро. Уровень воды в 2010г. на Мингечаурском водохранилище достиг критической проектной отметки за период эксплуатации и составил 4 июня 83, 25 м.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕЙ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА БОЛЬШОМ И МАЛОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

Махмудов Р.Н., Сафаров С.Г., Сулейманов М.Ф., Сафаров А.С.
Национальный Департамент по Гидрометеорологии Министерства Экологии и Природных Ресурсов, Азербайджанская Республика

Наблюдаемые изменения климата уже сейчас оказывают заметное влияние на хозяйственную деятельность человека. Ветровой режим также является одной из климатических характеристик климата, существенно влияющей на хозяйственную деятельность людей и на условия их жизни. В связи с этим, при современных изменениях климата оценка неизбежных изменений характеристик ветрового режима имеет не только важное теоретическое, но и непосредственно практическое значение.

Ветровой режим на территории Азербайджанской Республики обусловлен общей циркуляцией над континентом Евразии и Атлантикой, а также рельефом Большого и Малого Кавказа, Талышских гор и Каспийским морем, влияющих как на направление, так и на скорость ветра.

Анализ ветрового режима на Большом Кавказе и его изменений выполнен с использованием метеорологической информационно-справочной базы данных Азербайджана. Была использована информация о различных характеристиках скорости ветра по месяцам и за год за период 1966–2008 гг. по данным метеорологических станций Алибек (южный склон Большого Кавказа, высота – 1540 м), Гырыз (северо-восточный склон Большого Кавказа, – 2006 м), Кедабек (северо-восточный склон Малого Кавказа, высота – 1480 м) и Акстафа (северо-восточный склон Малого Кавказа, высота – 331 м).

В качестве статистических параметров были использованы: среднегодовая скорость ветра V_c (м/с), среднее квадратическое отклонение σ (м/с), коэффициенты линейного тренда средней скорости ветра $K_{тр}$ (м/с за 10 лет). Оценка многолетней тенденции изменчивости различных характеристик скорости ветра осуществлена двумя способами: по линейному тренду за период 1966–2008 гг. и сравнение средних характеристик ветра за период 1966–2008 гг. и период до 1960 года.

В Алибеке среднемесячная скорость ветра варьировала в пределах 1.3–1.7 м/с с наибольшими значениями в холодный период года. В Гырызе в течение года скорость ветра менялась от 0.9 м/с (июль) до 1.3 м/с (апрель). Для обеих станций среднеквадратическое отклонение по все месяцам составило 0.3–0.5 м/с. В Кедабеке среднемесячная скорость ветра составила 1.8–2.6 м/с с наибольшим значением зимой и наименьшим – летом. В Акстафе же наибольшие значения среднемесячной скорости ветра отмечены в теплое время года (2.5–2.9 м/с), а наименьшие в холодное время (2.0–2.4 м/с). В Кедабеке среднеквадратическое отклонение скорости ветра варьировало в пределах 0.9–1.2 м.с, а в Акстафе – 0.5–0.7 м/с.

Оценка многолетней тенденции изменения различных характеристик скорости ветра показала следующее: на Большом Кавказе по линейному тренду среднемесячные скорости ветра уменьшились в зимнем сезоне на 0.7–1.3 м/с, в весеннем сезоне на 0.8–0.9 м/с, в летнем сезоне на 0.6–0.9 м/с, в осеннем сезоне на 0.8–1.2 м/с. На Малом Кавказе в горной зоне (Кедабек) по всем месяцам происходило увеличение скорости ветра на 1.8–2.5 м/с, а в предгорной части (Акстафа) отмечено уменьшение среднемесячной скорости ветра : в холодном полугодии – на 0.1–0.6 м/с; в теплом полугодии – на 0.6–1.7 м/с. Во всех случаях (за исключением февраля и марта месяцев в

Акстафе) эти изменения оказались статистически значимыми. Подобные тенденции характерны и для среднемесячных максимальных скоростей ветра. Как видно отсюда, пространственно-временное изменения средней и максимальной скоростей ветра носит сложный характер.

Сравнительный анализ среднемесячных скоростей ветра на рассматриваемой территории за двух климатических периодов также показали, что за последние десятилетия на Большом Кавказе происходит понижение средней скорости ветра. Это понижение для Алибека составляет 0.4–0.7 м/с, а для Гырыз – 0.6–1.1 м/с. В Кедабеке относительно заметной понижение наблюдается в январе-марте месяцев, а в Акстафе изменение почти не произошло.

Полученные нами результаты в основном хорошо согласуются с данными некоторых регионов Северного полушария (Восточная Европа, значительная часть Сибири, Беларуси), где начиная с 1970-х г. и сохранившееся до настоящего времени, происходит понижение скорости ветра. Это снижение скорости ветра связывают с изменением общециркуляционных процессов и, в частности, с увеличением повторяемости восточных форм циркуляции атмосферы в умеренных широтах.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МУТНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Махоткина Е.Л., Лукин А.Б., Махоткин А.Н.
ФГБУ «ГГО», Российская Федерация

Радиационная энергетика системы Земля-атмосфера в значительной степени определяется прозрачностью атмосферы. Наиболее значительные и долговременные изменения прозрачности атмосферы происходят под воздействием вулканических извержений, относительно кратковременные – под влиянием дымной мглы от лесных и торфяных пожаров.

Представлены результаты систематизации и обобщения данных о пространственно-временных изменениях интегральной и аэрозольной мутности атмосферы как на территории России в целом, так и в отдельных ее регионах за период 1976–2011 гг. Объектом исследования явились ряды месячных и годовых значений фактора мутности T_2 и аэрозольной оптической толщины атмосферы АОТ для основных регионов России: север, центр, юг ЕТР, Урал, Западная Сибирь, северо-восток, центр, юг АТР, Дальний Восток.

Выполнены оценки трендов T_2 и АОТ, рассмотрены изменения месячных и годовых значений T_2 и АОТ за периоды 1976–2011 гг. и 1994–2011 гг. Для периода относительно высокой прозрачности атмосферы (1994–2009 гг.) получены оценки суммарного изменения T_2 и АОТ в рядах месячных величин, которые представлены в виде гистограмм годового хода ΔT_2 и $\Delta \text{АОТ}$ (для отдельных станций или регионов).

Основные закономерности пространственно-временного распределения мутности на территории России могут быть сформулированы следующим образом:

В течение рассматриваемого периода наблюдается сложная картина временных изменений мутности атмосферы. Изменения T_2 и АОТ происходят как правило синхронно, но АОТ изменяется быстрее, чем T_2 .

Наиболее высокая прозрачность атмосферы характерна для северных регионов как на азиатской, так и на европейской территории России.

Несмотря на то, что рассматриваемый период (1976–2011 гг.) относительно короткий, он может быть разбит на отдельные периоды, существенно различающиеся по условиям мутности. Выделение этих периодов производится по результатам анализа годовых и месячных рядов характеристик мутности атмосферы.

Для всех рассмотренных регионов можно констатировать, что в целом на фоне существенной межгодовой изменчивости T_2 и АОТ проявляются вполне определенные тенденции долговременных изменений. На большей части территории России в последнее тридцатилетие отмечается тенденция к уменьшению T_2 и АОТ.

С 1994 г. на территории России мутность атмосферы устойчиво ниже нормы, что свидетельствует об очищении атмосферы.

В период относительно высокой прозрачности в отдельных регионах России выявлены тенденции к слабому увеличению интегральной мутности при сохранении относительно низкого уровня аэрозольной составляющей.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

Мелконян Г.А., Овсепян А.Р., Ирицян А.Р., Халатян Е.С., Оганесян Д.М., Шиндян С.С.
«Государственная служба Армении по гидрометеорологии и мониторингу»,
Республика Армения

Работа посвящена анализу результатов исследований Гидрометслужбы Армении в области изменения климата в течение последнего десятилетия. Результаты этих работ были отражены в Первом и Втором Национальных сообщениях Армении по изменению климата. Первоначально был применен эмпирико-статистический метод, а в последующем применялись Глобальные и Региональные модели, с использованием вычислительных ресурсов (кластера) Института Информатики и Автоматизации Академии Наук Армении. Ниже приводятся некоторые результаты исследований для температуры воздуха и количества осадков, как основных климатических параметров.

Эмпирико-статистический анализ изменений метеорологических параметров на территории Армении для различных временных интервалов показал, что средняя годовая температура воздуха в течение 1935–1996 гг. выросла на 0,4°C, за 1935–2007 гг. – на 0,85°C, за 1935–2011 гг. на 1,03°C по сравнению с нормой за 1961–1990 гг. Причем, начиная с 1994г аномалии средней годовой температуры воздуха за 1994–2011 гг. были только положительные, а 2010 г. был самым теплым с положительным отклонением от нормы на 2,9°C. Сумма атмосферных осадков уменьшилась на 6%, 8,5% и 13 % от нормы соответственно за те же периоды.

Для разработки будущих сценариев изменения климата использовались данные модели PRECIS, для сценария выбросов А2, на основе которых были оценены изменения температуры воздуха и суммы осадков в сезонном и годовом разрезе для 2030, 2070 и 2100 гг. по сравнению со средними 1961–1990 гг. для всей территории и отдельных климатических поясов Армении. Результаты свидетельствуют о том, что в среднем в Армении годовая температура вырастет к 2030 г. на 0,9°C, к 2070 г. на 2,7°C, а к 2100 году на 4,4°C, количество осадков за те же периоды соответственно уменьшится на 3,1 %, 5,9 % и 8,7 %.

В рамках исследования Регионального воздействия изменения климата на регион Южного Кавказа, были оценены результаты глобальных Моделей Общей Циркуляции, использованных для 4-го Оценочного Доклада Межгосударственного Совета Экспертов по Изменению Климата. Были отобраны модели ECHAMS, GFDL, GISSER, HADCM3, наиболее достоверно воспроизводящие исторический климат на Южном Кавказе. Согласно данным этих моделей при сценарии А2 ожидается, что во всех трех странах региона к концу века количество осадков сократится на 20–31% – в Армении, на 5–25% – в Азербайджане, и на 0–25% – в Грузии. Прогнозируемое изменение среднегодовой температуры для Армении, Азербайджана и Грузии по этим моделям к 2100 году составит 4.4–5.5°C, 3.6–4.1°C и 4.1–5.5°C соответственно.

Из вышеописанного можно заключить, что результаты региональных и глобальных моделей по изменению температуры и осадков достаточно близки, а по количеству имеются некоторые различия в величине.

На основе полученных сценариев изменения климата была оценена уязвимость экосистем (водных ресурсов, лесов) и секторов экономики (сельского хозяйства, здравоохранения). Обновленные результаты периодически предоставляются лицам принимающим решения и применяются в разработке адаптационных мероприятий для обеспечения устойчивого развития Армении.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И МЕРЫ ПО АДАПТАЦИИ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ К ЭТИМ ИЗМЕНЕНИЯМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Мельник В.И., Комаровская Е.В., Шевцова Н.С.
Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», Республика Беларусь

Проведенные в государственном учреждении «Республиканский гидрометеорологический центр» исследования показывают, что в последние десятилетия, начиная с 1989 года, на территории Республики Беларусь отмечается четко выраженная тенденция потепления, обусловленная общими тенденциями изменения климата. Средняя годовая температура воздуха за 1989–2011 годы превысила климатическую норму на 1.1°C. Из 20-ти самых теплых лет, начиная с послевоенного периода (1945 года), 17 лет приходится на период 1989–2011 годы. В целом второе десятилетие периода потепления (1999–2008 гг.) оказалось теплее первого (1989–1998гг.) на 0,5°C; при этом наблюдается смещение потепления на летние и осенние месяцы, а также на декабрь. Потепление климата за период 1989–2011 гг. привело к изменению основных агроклиматических показателей, заметному сдвигу (на 60–150 км) границ агроклиматических областей и образованию новой, наиболее теплой агроклиматической области на юге Полесья. Негативное влияние изменения климата для основных погодозависимых отраслей экономики Беларуси (сельское и лесное хозяйство, топливно-энергетический комплекс, коммунальное хозяйство и др.) в основном вызвано ростом и влиянием неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений.

Определены позитивные и негативные последствия изменения климата для основных погодозависимых отраслей экономики Беларуси. Признавая важность проблемы изменения климата и необходимость предотвращения и смягчения негативного воздействия его последствий на различные отрасли экономики и во исполнение международных обязательств Республики Беларусь по Рамочной конвенции ООН об изменении климата, в Беларуси разработана и утверждена Национальная программа мер по смягчению последствий изменения климата на 2008–2012 гг. Мероприятия указанной Программы направлены на снижение выбросов и увеличение абсорбции поглотителями парниковых газов; развитие возобновляемых источников энергии, внедрение передовых энергосберегающих технологий, проведение научных исследований в области изменения климата.

В Республиканском гидрометеорологическом центре в рамках указанных мероприятий выполнялась работа по исследованиям агроклиматических показателей в условиях изменяющегося климата применительно к сельскому хозяйству. Основу работы составила оценка наиболее важных агроклиматических показателей по территории Беларуси, осредненных за двадцатилетний период (1986–2005 гг.). На основании результатов этой оценки был составлен научно-прикладной справочник «Агроклиматические ресурсы Республики Беларусь в условиях изменяющегося климата». Проведена оценка климатических и агроклиматических показателей и получены данные о количественных параметрах изменения агроклиматических ресурсов, их региональных различиях и дифференциации по территории страны. Кроме того, в Республике Беларусь, согласно данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, осуществляются конкретные мероприятия по адаптации сельского хозяйства в связи с потеплением климата. В частности, за последние годы значительно увеличились посевные площади кукурузы под зерно. Рост урожайности зерна и зеленой массы кукурузы непосредственно зависит от суммы эффективных температур в период ее вегетации и созревания. В хозяйствах Брестской и Гомельской области внедряется в производство озимый ячмень, который по урожайности не уступает другим культурам, а преимущество его в том, что его уборку начинают на 2–3 недели раньше других культур. Это становится возможным благодаря увеличению суммы эффективных температур в июне-июле. Возросли посевные площади рапса на семена. В южных областях ежегодно проводится посев сои, расширились посевы подсолнечника, овощного горошка, сахарной кукурузы, спаржевой фасоли. За последние семь лет освоено промышленное выращивание лука в однолетней культуре. Освоено выращивание ранних теплолюбивых сортов картофеля. Продолжаются работы по созданию промышленных плантаций винограда.

О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ

Микуцкий В.С.
ГНУ «Институт природпользования НАН Беларуси», Республика Беларусь

Важным вопросом современной дискуссии о современном изменении климата является выяснение причин этих изменений – являются ли они отражением качественного изменения климата или укладываются в рамки его естественных колебаний. При этом сложилась ситуация, когда массовые ссылки на положительные линейные тренды температуры последнего периода не сопровождаются обоснованием корректности применения стандартных статистических процедур, используемых для их получения, а также информацией о статистической значимости приводимых температурных трендов. Между тем, оба этих условия являются необходимым пунктом корректного статистического исследования.

Необходимо отметить, что выбор начала периода для расчёта тренда носит экспертный характер. Положение сходно с выбором периода для расчёта климатических норм [Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В., Шостак З.А., и др., 2010]. Здесь мы предлагаем более общий подход оценки статистической значимости трендов для всех возможных периодов от конца XIX столетия до настоящего времени. Подобные диаграммы нередко используются в климатологических исследованиях, однако, на наш взгляд, недооцениваются в русскоязычной литературе [Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В., 1992].

Известно, что нынешнее потепление в большей степени носит зимний характер и наиболее заметно в высоких широтах. С учётом этого для анализа были выбраны ряды средней зимней температуры Северного полушария и зонального осреднения 60–90° с.ш. [Lugina K.M., Groisman P.Ya., Vinnikov K.Ya. et al.], а также по территории Беларуси с 1881 г. Линейные тренды рассчитывались стандартно по методу наименьших квадратов, далее по t-критерию на 5%-ном уровне значимости оценивалась H0 гипотеза равенства нулю коэффициента тренда. Выборочная проверка показала выполнение условий корректной оценки его значимости (независимость и нормальность остатков).

Расчеты демонстрируют, что число экстремальных значений трендов, характерное для сверхкоротких периодов, естественно уменьшается при повышении уровня пространственного обобщения. Обратная зависимость проявляется в отношении статистической значимости трендов: наименьшие области значимости – у региональной температуры, в максимальной степени находящейся, в данном случае, под влиянием циркуляционных процессов.

В целом, периоды нынешнего «взрывного» потепления (с конца 1970-х гг. до настоящего времени) характеризуются отсутствием статистической значимости температурных трендов. Кроме того, область значимости сокращается при уменьшении пространственного осреднения.

РОЛЬ ЦИРКУЛЯЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА

Морозова С.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, кафедра метеорологии и климатологии, Россия

Проблема глобальных и региональных изменений современного климата в настоящее время стоит как никогда остро, поскольку последствия таких изменений становятся всё более тяжёлыми для экономики и трагичными для населения. Одним из факторов, влияющих на климат и его изменения, считается общая циркуляция атмосферы (ОЦА), причём, по мнению многих учёных, именно ОЦА формирует мелкомасштабную изменчивость (на уровне регионов), а в глобальном плане первостепенная роль отводится астрономическим и геофизическим, а также антропогенным факторам.

Для оценки влияния циркуляции на глобальный и региональный климат исследовался такой структурный элемент ОЦА, как планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) применительно к двум естественным климатическим периодам состояния земной климатической системы (ЗКС) – периоду стабилизации (50-е – 60-е годы XX в.) и второй волне глобального потепления (с середины 70-х годов XX в. по настоящее время). Поскольку особенностью современного потепления является рост температур именно холодной части года, а для периода стабилизации характерны наиболее морозные зимы, то настоящего исследования выбран центральный месяц зимнего сезона – январь.

Известно, что для планетарной высотной фронтальной зоны характерно квазипостоянство площади, ограниченной той или иной изогипсой для соответствующих месяцев и сезонов года. Так, если осевая изогипса в масштабах полушария сместится к югу, то возрастёт площадь, ограничиваемая ею, следовательно, расширится область отрицательных аномалий температур. При уменьшении площади ПВФЗ положительные аномалии температур продвигаются к северу. Расширение и сужение областей положительных и отрицательных аномалий температур в масштабах полушария может отразиться на глобальной температуре.

С помощью программного комплекса MAPINFO на основе ГИС-технологий рассчитаны средние значения площади, ограниченной 536 изогипсой за два временных промежутка: с 1956 по 1970 гг., примерно совпадающий с периодом стабилизации, и с 1971 по 1989 гг., соответствующий началу второй волны глобального потепления для января. Так площадь, ограниченная 536 изогипсой в период стабилизации составила 25,22 млн.км², а во второй исследуемый период - 26,29 млн. км². Из сравнения значений площадей и статистической оценки значимости изменения ($\alpha=0,05$) можно заключить, что влияние локализации ПВФЗ на глобальный климат статистически незначимо.

Однако, если рассмотреть среднее многолетнее положение осевой изогипсы в январе на пространстве I естественного синоптического района (е.с.р.) в те же исследуемые временные интервалы, то можно заметить, что исследуемая изогипса в период стабилизации проходит на приблизительно на 10° севернее, чем в более поздний тёплый период. Для разрешения такого парадокса рассмотрено среднее многолетнее барическое поле поверхности АТ-500 гПа на пространстве I е.с.р. в два исследуемых промежутка – 1956–1970 гг. и 1971–1989 гг. Из анализа средних многолетних полей можно заключить, что по сравнению с периодом стабилизации, где на средней многолетней карте АТ-500 гПа чётко выделялись климатические гребни и ложбины, в период начала второй волны потепления среднее многолетнее поле января на АТ-500 при-

обрело более зональные черты. Специфический рельеф барического поля на средних многолетних картах позволяет говорить о том, что в период стабилизации в атмосфере преобладали меридиональные процессы, способствующие проникновению холодного воздуха в более южные широты и увеличение повторяемости атмосферных блокингов. Блокирующий антициклон зимой создаёт довольно сильную отрицательную аномалию температуры в области своего расположения. В более поздний исследуемый период (1971–1989 г.г.) среднее многолетнее поле средней тропосферы в январе приобрело более зональные черты. Такая перестройка поля АТ-500 гПа предполагает ослабление меридиональности в атмосфере, более частое поступление влажного атлантического воздуха на континент и смягчение условий зимы. Описанное изменение барического поля на среднем уровне тропосферы хорошо согласуется с изменением температурного режима, в частности, на Русской равнине (Клименко, 1995).

Таким образом, в результате проведённого исследования подтверждена незначимость влияния циркуляции на глобальную климатическую изменчивость, и достаточно сильное влияние ОЦА на режим погоды и климатическую изменчивость на уровне регионов, которая проявляется не столько в локализации осевой изогипсы, сколько в конфигурации высотной фронтальной зоны.

Список использованных источников:

1. Клименко Л.В. Об изменении климата в центре Русской равнины //Вестн. Моск. ун-та.Сер.5. География. 1995. № 6. С.75-78.

ИЗУЧЕНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Мусаева М.А.

**Министерство Экологии и Природных Ресурсов Азербайджана
Гидрометеорологический Научно-Исследовательский Институт, Азербайджан**

При исследовании ветрового режима Азербайджана выявлено что, за последние 20 лет наблюдается уменьшение скорости ветра. Для Азербайджана в основном характерны местные ветры, которые возникают в результате взаимного влияния орографии территории на циркуляцию атмосферных процессов. В равнинно-степных районах господствуют ветры северо-западного, восточного и юго-восточного направления. На прибрежных территориях преобладают ветры северного, северо-восточного и северо-западного направления. Направление этих ветров зарождается в основном в результате влияния атмосферных процессов и Большого Кавказского хребта.

В течение года в северо-восточной части Азербайджана на предгорных территориях господствуют ветры северо-западного и, иногда, с небольшим повтором восточного направления, дующие со скоростью 5–6 м/сек. Здесь редко дуют ветры с высокой скоростью, по определенной градации их скорость составляет, 10–12 м/сек. Сильные ветры в основном бывают северо-западного, юго-восточного направления. В горных районах преобладающее направления ветров связано с долинами, и они дуют с юго-запада на северо-восток. Однако, в разных частях долины ветры бывают и другого направления, и в этом случае, направление господствующего ветра меняется. Станция Кырыз (2006 м) располагается на территории Кудиалчая. На той части, где располагается станция, направление долины с запада на восток, поэтому направление господствующих здесь ветров западное и восточное. Скорость господствующих ветров слабая до 5 м/сек. В очень редких случаях ветры западного направления бывают сильными или штормовыми.

Зимой в северо-восточной части горной территории преобладают повторы ветров северо-западного и западного направления. Это связано с тем, что в зимнее время года в Среднем Каспии возникает центр низкого давления, а в Северном Каспии образуется область высокого давления холодных воздушных масс. Возникает направление взаимного влияния этих двух систем. Здесь скорость господствующих северо-западных ветров составляет, 0,9–1,0 м/сек и 2–5 м/сек, максимальная до 16 м/сек.

На северо-востоке, как и в зимнее время года, весной сохраняются господствующие западные и севера западные ветры, однако, их повторы несколько уменьшаются. Наряду с этим, в горных районах в весеннее время года восточные ветры усиливаются и иногда наблюдаются южные ветры. Скорость господствующих ветров слабая до 5–7 м/сек. Сильные ветры дуют редко, они в основном, северо-западные 15–17 м/сек. Эти сильные севера западные ветры возникают в результате вторжения холодного воздуха из районов Северного Кавказа, причиной возникновения во второй половине весеннего периода сильных восточных и юга– восточных ветров является появление области высокого давления, которая образуется в результате влияния приходящих из Средней Азии воздушных масс, на область низкого давления, находящейся на Северном Кавказе. Здесь в первой половине периода отмечаются сильные южные и юго-западные ветры.

В Азербайджане в летнее время года на ветровой режим наряду с циркуляцией воздуха и факторами рельефа, в основном, влияют условия радиации. Из-за высокой солнечной радиации поверхность земли и верхние слои атмосферы сильно нагреваются. В это время года повторы местных атмосферных процессов бывают частыми, так как на северо-восточном склоне господствуют горно-долинные и береговые ветры. В основном, это западные северо-западные и восточные ветры. Скорость ветра 0,9–1 м/сек, иногда 3–5 м/сек.

По причине понижения солнечной радиации и вторжения холодных воздушных масс на территорию ветровой режим в осеннее время года отличается от летнего сезона. Атмосферные процессы несколько активизируются. На северо-востоке преобладают западные, северо-западные, горные ветры. Это происходит в результате вхождения холодных воздушных масс с Северного Кавказа. Хотя и не так часто, бывают повторы восточных и севера- восточных ветров. Скорость господствующих ветров составляет, 0,1–0,9 м/сек, иногда 2–5 м/сек. Сильные ветры бывают редко, они, в основном, северного и севера – западного направления до 16 м/сек.

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА

**Надёжина Е.Д., Семиошина А.А., Школьник И.М.
ФГБУ «ГГО», Российская Федерация**

В историческом плане модели пограничного слоя (МПС) атмосферы, в том числе описывающие мезо-масштабные пространственные особенности метеорологических полей над неоднородной поверхностью сложной структуры, модели общей циркуляции атмосферы (глобальные климатические модели (ГКМ)) и модели эволюции вечной мерзлоты (МВМ) долгое время развивались обособленно. В последние годы ситуация существенно изменилась.

Развивающиеся региональные модели климата (РКМ) большого пространственного и временного разрешения позволяют реализовать на более надежной основе воспроизведение процессов и явлений, имеющих по своей природе мезо- и микромасштабный характер. При этом для описания процессов подсеточного (по отношению к региональной модели) масштаба создаются системы моделей, состоящие из отдельных модулей, адаптируемых друг к другу и работающих в режиме off-line или on-line. Стратегия использования той или иной системы моделей зависит от характера поставленной задачи.

В докладе будут представлены два варианта использования многоуровневой модели пограничного слоя атмосферы полуторного уровня замыкания по турбулентности в системе моделей ГКМ + РКМ + МПС + МВМ для исследования взаимодействия антропогенных влияний разного масштаба на природные комплексы Сибири, главным образом, на эволюцию вечной мерзлоты в районах строительства гидротехнических сооружений. Использование модулей МПС и МВМ проведено в режиме off-line.

На примере диагноза и прогноза пространственной структуры полей метеорологических характеристик и скорости деградации вечной мерзлоты на побережье искусственных водохранилищ Эвенкийского и Канкунского гидроузлов проанализированы расчетные данные, полученные с помощью системы моделей ГКМ + РКМ + МПС + МВМ. Выбор входных параметров и оптимизация параметров системы моделей проведены на основе сравнения расчетных характеристик с данными наблюдений. Модельные оценки проведены на основе проектных данных о характеристиках водохранилищ Эвенкийского и Канкунского гидроузла. Выполнены расчеты изменений теплового и влажностного режима в окрестности отдельных участков водохранилища и нижнего бьефа с учетом изменения температуры воды и ледового режима. Показано, что влияние водохранилищ на локальный климат изменяется от участка к участку, в каждом отдельном случае необходимо учитывать специфику региона при определении наиболее вероятных периодов проявления этого влияния. Размеры зоны теплового влияния приплотинного и срединного участков Эвенкийского водохранилища изменяются от 400 м до 20 км, а Канкунского водохранилища – от 100 м до 4 км. Проведены оценки воздействия лесного массива на метеорологические характеристики и параметризация этого эффекта. Оценки проведены для разных типов прибрежной растительности, в том числе, показано влияние преобладающей в регионе лесной растительности на скорость деградации вечной мерзлоты. Показано, как повлияет вырубка леса на эволюцию вечной мерзлоты в районе строительства гидроузлов в условиях изменяющегося глобального климата. Проанализировано влияние глобальных изменений климата на расчетные поля температуры и влажности на побережье проектируемых водоемов.

Продемонстрирована эффективность использования системы моделей ГКМ+РКМ+МПС+МВМ для диагноза и прогноза мезомасштабных антропогенных воздействий на локальный климат и состояние окружающей среды в условиях изменяющегося глобального климата. Намечена стратегия устранения расчетной неопределенности за счет учета обратных связей между состоянием природных комплексов и локальным климатом (в случае внутренних водоемов – между температурой воды, ледовым режимом водоема и изменениями климата региона).

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА В РЕГИОНАЛЬНОМ АСПЕКТЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ УРАЛА И ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Немировская Л.Г.
ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт», Новосибирск, Россия

Предпринятые исследования глобального потепления климата иллюстрируют существенную неоднородность его проявлений в междуполушарном масштабе, в различных широтных зонах и регионах Северного полушария. Территория России отличается протяженностью, разнообразием физико-географических и климатических условий, различием в развитии экономической и хозяйственной деятельности в регионах. Поэтому оценка возможных изменений климата России на примере конкретных регионов, актуальна и имеет научное и прикладное значение. Оценка климатической изменчивости в региональном аспекте предпринята в СибНИГМИ в 2007–2010 гг. – для Уральского региона; ведется (запланирована) в 2011–2013 гг. – для региона юго-востока Западной Сибири, учитывая, что исследуемые регионы разнообразны по физико-географическим условиям и режиму увлажнения. Выбор в качестве параметра исследования непрерывных периодов отсутствия и наличия осадков обусловлен их исключительной информативностью ввиду предпосылок к возникновению неблагоприятных метеоусловий влагоресурсами (особенно актуальных в свете метеорологических аномалий последних лет) и получением дополнительных сведений о режиме и обеспеченности. Использование (для Уральского региона) двух вариантов критериев изучаемых периодов: 1) названного автором «обобщенный» - близкого к классике «Климсправочника...» (нижний предел 0,1 мм за сутки), 2) специализированного, дифференцированно учитывающего фактор засушливости, позволило полнее охарактеризовать изучаемое явление. На основе полученных по авторским алгоритмам и макетам «Каталогов...» рассчитаны основные статистические параметры распределения и показатели пространственно-временной изменчивости характеристик периодов – среднесезонных и по месяцам. Картографическая и графическая интерпретация, актуальная для Урала, выявила территориальные и сезонные особенности изменчивости в разных частях региона. Межгодовая изменчивость характеристик периодов, изученная по нескольким параметрам, показала различия в знаках трендов и тенденциях изменчивости в ряде природных зон региона. С точки зрения степени опасности влияния на ряд отраслей хозяйства рассмотрены: 1) площадные характеристики одновременного охвата территории изучаемыми периодами, 2) экстремально длительные периоды, сочетающиеся с экстремальными значениями температуры и относительной влажности. Получена повторяемость (вероятность) таких условий и особенности их межгодовой изменчивости по территории региона.

Для выполнения исследования по региону юго-востока Западной Сибири, при сохранении основных концептуальных положений методологии работ для Урала, внесены существенные изменения (дополнения). Для исследования по юго-востоку Западной Сибири привлечено несравненно большее количество станций 4-х областей, входящих в Западно-Сибирское УГМС, использованы, кроме «обобщенного», дополнительные критерии. Для данного региона исследуются не только бездождные, но и периоды наличия осадков с учетом их длительности и сумм осадков за период. Рассчитаны показатели изменчивости характеристик изучаемых периодов – среднесезонные и по месяцам. Применение актуальных для обоих регионов методов картирования (создание «Атласов карт...») и графической интерпретации позволило выявить территориальные и сезонные и межгодовые особенности изменчивости характеристик периодов по региону. В качестве показателя экстремальности рассчитана также территориальная распространенность явления, необходимая также и для совместного анализа с циркуляционными процессами. Привлечены индексы, реко-

мендованные в числе показателей экстремальности МГЭИК (Международная группа экспертов по изменению климата), примененные частично в «Оценочном докладе...», Росгидромет, 2008 г.: индекс CDD – максимальная за год (в данной работе – за сезон) продолжительность «сухих» периодов, и индекс интенсивных осадков R10. Расчет значений указанных индексов разного масштаба осреднения выявляет очаги локализации показателей экстремально недостаточного и избыточного увлажнения, особенности межгодовой изменчивости индекса R10 по региону. Работа в данном направлении продолжается, целесообразен сравнительный анализ изменчивости в обоих регионах.

Представленные выше результаты, с одной стороны, выявляют региональные особенности проявлений изменчивости климата для Урала и Западной Сибири и их возможность быть индикатором изменчивости регионального климата, с другой – иллюстрируют уточненную обеспеченность влагоресурсами, возможность вероятностно-климатологической оценки возможного наличия изучаемых периодов и опасных для ряда отраслей гидрометусловий, использования результатов для рекомендаций при перспективном и оперативном прогнозировании неблагоприятных условий увлажнения – для улучшения гидрометобеспечения отраслей экономики.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Николаев А.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Солнечная радиация, поступающая к земной поверхности, является одним из основных климатообразующих факторов. Она является основным источником тепловой энергии почти для всех природных процессов, развивающихся в атмосфере, гидросфере и верхних слоях литосферы и обуславливает влаго- и теплообмен, суточный и годовой ход метеорологических элементов, определяет различия в радиационном нагреве земной поверхности [1].

Наряду с временной структурой рядов солнечной радиации позволяющей получить средние и вероятностные суммы радиации, большое значение имеет также пространственная структура. Мезоклиматическое районирование ресурсов солнечной радиации осуществляется в системе среднемасштабного природно-климатического районирования, которое позволяет дифференцировать территорию на районы, отличающиеся особенностями метеорежима, формирующимися под влиянием мезомасштабных неоднородностей деятельной поверхности [2]. Исследования пространственной структуры рядов солнечной радиации необходимы при выполнении различных научных разработок в гелиоэнергетике, градостроительстве, здравоохранении, сельском и лесном хозяйстве, а также для определения радиационных характеристик в пунктах, где не проводятся актинометрические наблюдения [3].

Важной климатической характеристикой является солнечное сияние, его фактическая (при данных условиях облачности) и возможная (при ясном небе) продолжительность. Особенности атмосферной циркуляции и связанной с ней облачности приводят к нарушениям в широтном распределении характеристик солнечного сияния. Основной характеристикой солнечного сияния является суммарное число часов с солнечным сиянием, или его продолжительность.

Как известно, актинометрическая сеть очень редкая и по данным актинометрических станций невозможно дать детальное пространственное распределение радиационных характеристик в пределах отдельных областей. Поэтому для анализа пространственного распределения составляющих радиационного баланса использовались данные NASA Surface meteorology and Solar Energy (The Atmospheric Science Data Center at NASA Langley Research Center) за период 1981 – 2003 [5]. По этим данным были построены карты распределения характеристик солнечной радиации.

Детальный анализ режима характеристик солнечной радиации и солнечного сияния на территории Республики Татарстан, выполненный на основе карт распределения их средних многолетних значений по месяцам и за год, позволил выявить особенности структуры и динамики поля исследуемых показателей в годовом ходе, обусловленным в основном устойчивым проявлением циркуляционного фактора. При этом происходит увеличение радиационных показателей с северо-запада на юго-восток, от 1600 до 2400 час для солнечного сияния и от 3345 до 4500 МДж/м² для суммарной радиации. Исследование межгодовой изменчивости и характеристик солнечной радиации показало, что в целом их распределение по территории подобно распределению их средних значений. Наибольшей изменчивостью показатели солнечной радиации отличаются в летний период и составляют 60–115 МДж/м², наименьшей в зимний – 4–17 МДж/м².

Выполненные расчеты повторяемости непрерывной продолжительности солнечного сияния 6 ч и более и возможной месячной продолжительности работы гелиоустановок показали, что с увеличением широты возрастает годовая амплитуда продолжительности работы гелиоустановок, в июне и июле на широтах 53–58° с.ш. возможная продолжительность работы гелиоустановки может превышать 450 ч. Непрерывная продолжительность солнечного сияния более 6 ч в весенне-летний период может достигать 40–50% на севере и до 50–60% на юге рассматриваемой территории.

Список использованных источников:

1. Хабутдинов Ю.Г. Учение об атмосфере: учебное пособие./Ю.Г.Хабутдинов, К.М. Шанталинский, А.А. Николаев. - Казань: Казан. гос. ун-т, 2010. - 245 с.
2. Пигольцина Г.Б. Радиационные факторы мезо- и микроклимата. – СПб., 2003. – 200 с.
3. Переведенцев Ю.П. Климатические ресурсы солнечной радиации и ветра на территории Среднего Поволжья и возможности их использования в энергетике/ Ю.П.Переведенцев, А.А.Николаев. – Казань: Изд-во Отечество, 2002, 120 с. The NASA Surface Meteorology and Solar Energy Data Set // 2007/ URL.: <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.

ИССЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛЬНО ЖАРКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Парежев И.В.
Томский государственный университет, Россия

Несколько последовательных аномально жарких (для конкретного региона) дней принимают за волну жары. За волну жары в данной работе принимается 5 дней без перерывов и более с температурой \geq среднего многолетнего максимума наиболее тёплого месяца. Резкие изменения температуры воздуха, и особенно удержание значений в максимальных пределах, в течение длительного времени, очень влияет на самочувствие человека и в значительной степени отражается на его здоровье.

Так, для ст. Томск волны жары с 1936 по 2009 год имеют наибольшую повторяемость в июле, что является характерным для этого времени года, так как в это время происходит максимальный приход солнечной радиации на земную поверхность, что вызывает наибольший прогрев и теплоотдачу. Волны максимальной длинны, наблюдались в 1951, 1953, 1969 и абсолютный максимум пришёл на 1999 год. На ст. Колпашево волны жары с 1936 по 2010 г. имеют наибольшую повторяемость в июле 1946, 1969, 2006 г. Но наблюдается и две ярко выраженных волны в июне месяце в 1983 и 2006 гг. За этот же временной период на ст. Александровское волны жары имеют наибольшую повторяемость в 1967, 1969, 1993 и 2007 годах. Но в 1983 году прослеживается и в июне. На ст. Бакчар волны жары с 1936 по 2010 год имеют наибольшую повторяемость в 1969 году. На ст. Средний Васюган волны жары с 1936 по 2010 год имеют наибольшую повторяемость в 1967, 1969, 1989, 1993 и 1998 годах. В июне зафиксирован идентичный пик в 1983 году.

Список использованных источников:

1. Богоявленский Д. Д. Народы Севера России: демографический профиль на рубеже веков / Д.Д. Богоявленский // Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики. – М. : Представительство ООН в Российской Федерации, 2008.
2. Злобин В. И. Климат как один из факторов, влияющих на уровень заболеваемости клещевым энцефалитом / В.И. Злобин, Г.А. Данчинова, О.В. Сунцова, Л.Б. Ба-дугева // Изменение климата и здоровье России в XXI веке. – М. : Издательское товарищество «АдамантЪ», 2004.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Наумов Э.П., Важнова Н.А., Френкель М.О.*
Казанский (Приволжский) федеральный университет
*Кировский ЦГМС, Россия

Метеорологические наблюдения и исследования климата в Казанском университете имеют богатую историю. В последнее время возможности для исследований значительно возросли из-за достижений в области информационных и вычислительных технологий, что позволяет анализировать крупномасштабные и даже глобальные процессы, включая циркуляционные. Результаты климатических исследований в глобальном масштабе содержатся в ряде публикаций авторов. Вместе с тем одним из приоритетов остаются исследования региональных климатических условий и ресурсов Приволжского федерального округа (ПФО), Республики Татарстан, г. Казани.

В настоящей работе в качестве исходных материалов использовались данные приземной температуры воздуха по Земному шару (1850–2010 гг.) университета Восточной Англии и данные NCEP/NCAR реанализа температуры воздуха, общего количества облачности, давления приведенного к уровню моря, зональной и меридиональной составляющих скорости ветра в тропо-стратосфере Северного полушария за последние 63 года (1948–2010 гг.), а также данные наблюдений 117 метеостанций ПФО. Динамика долгопериодных изменений в полях метеорологических величин выявлялась методом цифровой фильтрации (фильтр Поттера) при котором из исходного временного ряда отфильтровывались колебания с периодом менее 10 лет.

В процессе исследования полученных результатов особое внимание было уделено территории ПФО. Выполнен детальный анализ временных изменений климатических показателей на территории ПФО и ее районирование с учетом физико-географических особенностей. Для объяснения выявленных закономерностей привлекались характеристики атмосферной циркуляции. Выявленные тенденции сезонных изменений общей облачности на территории ПФО согласуются с таковыми для температуры воздуха и осадков. Кроме того, региональные процессы коррелируются с глобальными. Осредненная по территории округа средняя годовая температура воздуха за период 1955–2010 гг. выросла на 1,78°C, а с 1972 по 2009 гг. (период наиболее существенных изменений климата) – на 1,54°C. Динамика аномалий выделенной низкочастотной компоненты среднезимней и среднелетней температуры воздуха в ПФО показывает, что зимой с 1972 по 2009 гг. температура увеличилась на 2,65°C, а летом лишь на 0,91°C.

Годовое количество осадков осредненных по территории ПФО характеризуется резким увеличением с начала 70-х и до конца 80-х гг. XX столетия. Их рост по сглаженной кривой составил более 40 мм и происходил преимущественно за счет роста сумм летних осадков, который в начале 90-х сменился их уменьшением. С начала XXI века летние суммы осадков практически не меняются. Зимой повышение количества осадков примерно на 20 мм продолжалось до начала XXI века, а далее наметилась тенденция к их уменьшению. Заметим, что минимум осадков за исследуемый период, как в холодный, так и в теплый период наблюдался в начале 1970-х годов.

Анализ рассчитанных значений индексов засушливости Педя и Селянинова для рассматриваемого периода свидетельствует также о наметившейся тенденции к развитию засушливых явлений и снижению увлажненности, что необходимо учитывать в сельском хозяйстве. В среднем по округу индекс Педя для периода наиболее активной вегетации (май–сентябрь) незначительно уменьшался с 70-х до второй половины 80-х годов прошлого столетия. В дальнейшем и до настоящего времени индекс Педя растет. При этом наиболее активное усиление засушливости имеет место на юго-востоке ПФО и так наименее увлажненной части округа.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ, УВЛАЖНЕННОСТИ ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Переведенцев Ю.П., Шарипова Р. Б.*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

*ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии, Россия

Глобальные изменения климата, происходившие в последние десятилетия, весьма ощутимо проявились на территории Ульяновской области. Если по оценкам МГЭИК среднегодовая глобальная температура за весь XX век повысилась на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$, то соответствующие изменения климата на территории Ульяновской области составили $1,02^\circ\text{C}$. В исследованиях использованы материалы наблюдений за 1961–2010 гг. охватывающие все четыре климатические и экономические зоны Ульяновской области.

Средние скорости изменения температуры воздуха за 1961–2010 гг. свидетельствуют о том, что средне-месячные температуры в Ульяновской области приобрели устойчивую тенденцию к повышению. Наиболее существенное повышение температуры произошло в зимний период, а так же осенью, в октябре и ноябре. В то же время, на фоне интенсивного регионального потепления, наблюдается некоторое похолодание ($-0,23^\circ\text{C}/50$ лет) в мае. Скорость изменения среднегодовой температуры также положительная ($1,8^\circ\text{C}$).

Характеристики увлажненности ИС (индекс сухости), ГТК (гидротермический коэффициент), и КУ (коэффициент увлажнения), оценивались суммами активных температур воздуха, благодаря их тесной связи с радиационным балансом (табл. 1).

Отрицательные тренды ИС свидетельствуют, что общая за год увлажненность за последние 50 лет увеличилась. Распределение трендов коэффициента увлажнения КУ в целом соответствует распределению трендов индекса сухости с учетом обратных знаков этих показателей.

Таблица 1. Средние значения и скорости изменения коэффициентов увлажненности и урожайности зерновых культур на территории Ульяновской области

Пункты	Средние значения увлажненности и урожайности (ц/га)				Средние скорости изменения увлажненности и урожайности (ц/га)			
	ГТК	КУ	ИС	Ур-ть	ГТК	КУ	ИС	Ур-ть
Инза	1,10	0,97	0,10	9,6	-0,00	0,06	0,00	-0,57
Сурское	0,99	0,88	0,10	16,4	0,00	0,04	-0,00	2,72
Ульяновск	0,91	0,73	0,13	20,4	0,00	0,04	-0,00	0,66
Димитровград	0,83	0,93	0,10	21,1	-0,02	0,05	-0,00	1,16
Сенгилей	0,83	0,79	0,12	14,6	-0,01	0,03	-0,00	-1,38
Канадей	0,82	0,66	0,14	12,2	0,01	0,05	-0,00	-0,13
Среднее	0,91	0,83	0,12	14,4	-0,00	0,04	-0,00	1,42

Доля Ульяновской области в зерновом балансе России – около 1 %. Это достаточно увлажненная зона черноземных и серо-лесных почв. Наблюдаемое увеличение теплообеспеченности сельскохозяйственных культур способствует росту продуктивности зерновых культур.

Таким образом, наблюдаемые с 1961 г. изменения климата в основном были благоприятны для сельского хозяйства нашего региона и способствуют росту продуктивности сельскохозяйственных культур. Положительные тренды урожайности зерновых культур за 50 лет подтверждают этот вывод.

РАЙОНИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ НАГРУЗОК НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Петерс А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова», Российская Федерация

Доклад посвящен проблеме приведения Строительных Норм и Правил Российской Федерации к единому стандарту – Еврокодам. Обсуждаются различные методики расчета снеговых, гололедных нагрузок и температурных воздействий с учетом влияния изменения климата на эти характеристики.

Разработаны методы подготовки исходной климатической информации для актуализации снеговых нагрузок, связанные с влиянием рельефа и типом снегомерного маршрута (лесной, полевой). Проведено сравнение результатов расчетов снеговых нагрузок различными методами на территории Ленинградской области. Показано, что наиболее надежный метод расчета снеговых нагрузок – метод, разработанный в ЦНИИК им. В.А.Кучеренко.

В докладе представлены карты снеговых нагрузок и температурных воздействий на территории России, отображающие современную ситуацию в данной области с учетом требований Еврокодов. Помимо этого, приведены уточненные карты территории Ленинградской области по снеговому нагружкам.

ИЗМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЭМИССИИ МЕТАНА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ ПО ДАННЫМ РЕГИОНАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГГО

Пикалёва А.А.

Главная геофизическая обсерватория им. Воейкова, Российская Федерация

На территории Северной Евразии сосредоточены крупнейшие в мире ресурсы водно-болотных угодий (ВБУ), которые являются основными источниками естественной эмиссии метана. По имеющимся оценкам ежегодный поток метана в атмосферу с территорий, занятых ВБУ, составляет около 30% глобальной эмиссии. По сравнению с доиндустриальной эпохой концентрация метана возросла более чем на 150% и продолжает увеличиваться в настоящее время. Особый интерес представляет вопрос, связанный с процессом деградации вечной мерзлоты, который может привести к высвобождению находящегося в ней углерода и усилить действие положительной обратной связи парниковый газ – температура.

Для оценки площади распространения водно-болотных угодий и эмиссии метана на территории Северной Евразии были использованы результаты ансамблевых расчетов по глобальной и региональной климатическим моделям. Расчеты включали конец XX века (1981-2000) и середину XXI века (2041-2060) с учетом сценария увеличения концентрации парниковых газов и аэрозоля А2 МГЭИК.

В основе оценки эмиссии метана лежит анализ распределения влажности и температуры грунтов. Зоны избыточного увлажнения по модельным расчетам были выделены на основе выбранного порогового значения уровня болотных вод. Для расчета профиля температуры использовалась модель теплопередачи в грунте с переменным шагом по вертикали. Модельные оценки на середину XXI века показывают, что ожидается повышение уровня болотных вод, особенно в мае и сентябре. Пространственное распределение эмиссии метана, полученное с помощью региональной климатической модели с разрешением 25 км, удовлетворительно согласуется с данными наблюдений. Наибольшее изменение интенсивности потока метана в атмосферу приходится на май и сентябрь, и согласуется с изменением уровня болотных вод и температуры грунта. Модельные оценки показывают, что к середине XXI века интегральная эмиссия метана с территории ВБУ увеличится приблизительно на 30%.

СВЯЗЬ ОПАСНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ И ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В XX ВЕКЕ С МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Поляков Д.В., Кужевская И.В.*

Томский государственный университет, ФГБУ «Томский ЦГМС», Россия

*Томский государственный университет, Россия

Для аграрного сектора Западной Сибири в последние 10–15 лет, убытки от засух неуклонно возрастают. Данная причина зависит не только от финансовой составляющей, но и от динамики макроциркуляционных процессов. Циркуляционный режим рассматривался с точки зрения преобладания той или иной группы циркуляции по Б.Л. Дзердзеевскому [1]. С помощью календарей последовательной смены и таблиц продолжительности элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ), выбирались те типы механизмов, на которых приходился больший вклад (%) в формирования засух. В данном исследовании, в качестве основного показателя для оценки гидротермического режима в период атмосферных засух был использован гидротермический коэффициент (ГТК) Г.Т. Селянинова. Обширные засухи выбирались для территории исследования по фактическому критерию урожайности зерновых культур при учете посевной площади, в таких годах как: 1963, 1965, 1974, 1975, 1981, 1991, 1995, 1998 и 1999 гг.

Таблица 1. Сравнение результатов гидротермического режима по ГТК с циркуляционным режимом в годы обширных засух за период 1960–2000 гг.

год	классификация засухи	ГТК	группа циркуляции	тип ЭЦМ, (%)
1963	сильная	0,9	нарушение зональности	7ал (9,1), 4в (12,4),
1965		0,9		7ал (10,2), 4в (16,4),
1974		0,8	меридиональная северная	8гл (8), 12а (19)
1975		0,9	нарушение зональности	7ал (10), 4в (18,2)
1981	умеренная	0,7	меридиональная северная	8гл (13,9), 9а (18,5), 12а (7),
1991		1,0	меридиональная южная	13л (60,7)
1995		1,0	меридиональная южная	13л (37,4)
1998		1,0	меридиональная южная	13л (45,7)
1999		1,0	меридиональная южная	13л (55,8)

Анализируя результаты таблицы 1, в общем можно сказать, что обширные засухи на территории юга Западной Сибири имеют особенности. Это выражается в различии ГТК при умеренных и сильных интенсивностях засух, ГТК изменяется в пределах от 0,7 до 0,9. При умеренных засухах ГТК=1,0.

Преобладающие ЭЦМ группы нарушения зональности имеют определенный набор ЭЦМ (7ал и 4в), природа механизмов, которых, обуславливает антициклональный тип погоды. При типе циркуляции 7ал юг Западной Сибири находится под влиянием отрога Азорского максимума, а основные траектории циклонов проходят значительно севернее зоны исследования. При типе 4в

блокирующий процесс происходит над Западной Сибирью, где арктическое вторжение проходит на территорию юга Западной Сибири. Происходит трансформация воздушных масс, благодаря ослаблению циклональной деятельности, что приводит к образованию малоградиентного поля повышенного давления.

Меридиональная северная группа циркуляции обусловлены большим представителем ЭЦМ, такими как: 12а, 9а и 8гл. При типе 12а, характерна антициклональная деятельность, в результате распространения на юг Западной Сибири гребней арктического антициклона. Процессы, связанные с типом 9а, характеризуются над югом Западной Сибири появлением малоградиентного поля повышенного давления. При механизме 8гл происходит распространение на юг Западной Сибири отрога Азорского максимума.

Меридиональная южная группа циркуляции, связана с выходами южных циклонов и представлен одним ЭЦМ в летнее время, таким как 13л. При 13л, над югом Западной Сибири характерно самостоятельное ядро повышенного давления, которое способствует интенсивному прогреву. Высокая сухость воздуха поддерживается благодаря выносу воздушных масс из субтропических районов.

В общем, можно сделать вывод, что засухи наблюдались при 3 группах циркуляции: нарушения зональности, меридиональной северной и южной групп циркуляции. Конец XX века является периодом быстрого роста южных меридиональных процессов, и современного потепления количество засух значительно увеличилось. В настоящее время продолжительность ЭЦМ 13л аномально высокое, что способствует образованию засух. С начала XXI века наметилась тенденция переходного периода от господства южных меридиональных процессов к преобладанию меридиональных северных, но в настоящее время меридиональные южные процессы все еще почти вдвое продолжительнее своих средних значений. Отметим, что переход к преобладанию меридиональной северной группы циркуляции сложится неблагоприятно для аграрного сектора Западной Сибири, потому как с ним связаны наиболее сильные и катастрофические засухи (например в 1981 и 1974 гг.).

Список использованных источников:

1. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Н.К. Кононова. – М.: Воентехиздат, 2009. 372 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Полянская Е.А.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия

Для Нижнего Поволжья характерны следующие синоптические процессы, участвующие в формировании погоды и климата:

- I – циклоническая деятельность на арктическом фронте,
- II – воздействие арктического антициклона,
- III – воздействие зимнего азиатского антициклона,
- IV – воздействие субтропического антициклона,
- V – малоградиентное поле,
- VI – циклоническая деятельность на полярном фронте,
- VII – деформационное поле.

В соответствии с этой типизацией по картам погоды был составлен календарь синоптических процессов и определено среднемесячное, среднесезонное и среднегодовое число дней с каждым из этих процессов. В работе приведены данные за два периода: 1949–1969 гг. и 1998–2008 гг.

Для составления лучшей картины изменения синоптических процессов по территории Нижнего Поволжья с севера на юг условно реперными пунктами были приняты города Самара, Саратов, Волгоград и Астрахань, так как синоптические процессы, наблюдающиеся в Самаре и Саратове дают представление о циркуляционных условиях северной части Нижнего Поволжья, в Волгограде – центральной и в Астрахани – южной части.

В таблице представлено среднегодовое число дней с синоптическими процессами за оба периода, что позволяет провести сравнение данных и увидеть изменение характера циркуляции атмосферы.

Таблица. Среднегодовое число дней с синоптическими процессами

Пункты	Период	Синоптические процессы						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Самара	1949-1969	84,8	73,2	40,9	38,0	23,7	86,8	17,7
	1998-2008	95,4	105,6	39,2	24,0	51,4	42,8	6,8
Саратов	1949-1969	74,1	69,6	38,3	45,6	25,2	94,1	18,3
	1998-2008	89,6	103,8	35,2	27,6	53,3	47,7	8,0
Волгоград	1949-1969	56,5	61,9	33,8	56,5	25,9	111,4	19,2
	1998-2008	66,9	103,0	32,0	30,2	65,0	57,0	8,1
Астрахань	1949-1969	42,1	58,8	35,7	62,4	30,7	113,6	21,9
	1998-2008	50,2	100,0	34,1	35,9	87,3	48,5	9,2

Хорошо видно, что после 1969 года за почти сорокалетний период произошли существенные изменения в характере синоптических процессов. Заметно увеличилось влияние арктических антициклонов (II тип) и малоградиентных полей повышенного давления (V тип), а также циклонической деятельности на арктическом фронте (I тип).

Наряду с этим ослаблено влияние зимнего азиатского (III тип) и субтропического (IV тип) антициклонов, циклонической деятельности на полярном фронте (VI тип) и деформационных полей (VII тип).

Список использованных источников:

1. Полянская Е.А. Синоптические процессы и явления погоды в Нижнем Поволжье. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та 1986 г. 206 с.

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВЛАЖНЫЕ И СУХИЕ ГОДЫ

Пряхина С.И., Гужова Е.И.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия

Расчет биоклиматического потенциала по 20 станциям Саратовской области показал, что большая часть Правобережья области относится к зоне средней продуктивности. Климатический индекс биологической продуктивности данного ареала изменяется от 94 до 112. При средней цене бала по Бк равной 0,2 ц/га и 1% использовании солнечной радиации уровень потенциально возможной урожайности зерновых культур в районе Правобережья колеблется от 19,0 до 22,0 ц/га. Северные районы Левобережья, расположенные в засушливой черноземной степи и сухостепной зоне, относятся к зоне пониженной биологической продуктивности. Биоклиматический потенциал данной территории изменяется от 1,2 до 1,6. Уровень возможной урожайности зерновых культур на территории ареала изменяется от 12,8 до 17,0 ц/га. [1, 2]

Крайние юго-восточные районы области, включающие полупустынные районы Новоузенска и Александрово-Гайского района относятся к зоне низкой биологической продуктивности. Биологический потенциал данной зоны не превышает 1,1–1,2. Данная зона хорошо обеспечена теплом, но не обеспечена влагой, поэтому она характеризуется самым низким уровнем интенсивности земледелия. Возможный уровень урожайности зерновых культур при 1% использовании ФАР в данной зоне не превышает 11,6–12,2 ц/га.

Практика сельскохозяйственного производства показала, что продуктивность сельскохозяйственных культур резко отличается в сухие и влажные годы, поэтому интересно сравнить, как изменяются в эти годы биоклиматические ресурсы региона.

С этой целью была проведена оценка биоклиматического потенциала по станции Саратов-Юго-Восток с 1970 по 2010 гг. Анализ данных показал, что годовая сумма активных температур за рассматриваемый период изменялась от 2518° до 3498°С, сумма осадков от 249 до 669 мм, коэффициент увлажнения от 0,10 до 0,48, а биоклиматический потенциал от 0,6 до 3,1, биологическая продуктивность изменялась от очень низкой (БКП<0,8) до высокой (БКП=2,8–3,4).

Несмотря на то, что климатические ресурсы год от года могут меняться значительно, все же в 80 % лет в Саратове наблюдается средняя, повышенная и высокая биологическая продуктивность.

В годы сильных засух теплообеспеченность территории на 370–680°С превышает среднюю многолетнюю норму, а осадков выпадает чуть больше половины нормы, годовые суммы дефицитов влажности воздуха на 500–900 гПа превышают средние многолетние значения, коэффициент увлажнения (КУ) в эти годы составляет 0,10–0,15, что соответствует полусухой полупустыни. Очень низкие значения биоклиматического потенциала (0,6–1,2) и климатического индекса биологической продуктивности (33–66) соответствует ареалу низкой и очень низкой биологической продуктивности.

Во влажные годы теплообеспеченность территории либо находится в пределах средних многолетних значений, как это было в 1989 и в 1990 гг., либо бывает меньше средних многолетних значений. Так в 1993 году недобор тепла за вегетационный период составил 380°С. Годовая сумма

осадков приблизительно на 200 мм превышала норму. Рассчитанные значения показателя годового атмосферного увлажнения КУ соответствуют зоне полувлажной лесостепи, а по показателям биоклиматического потенциала БКП (2,4–3,1) и климатического индекса Бк (132–166) территории как бы переходит в ареал повышенной и высокой биологической продуктивности.

Анализ биоклиматических ресурсов экстремальных лет особо важен для развития сельского хозяйства зоны рискованного земледелия, где засушливые годы наносят серьезный ущерб сельскохозяйственному производству. Так. Под влиянием интенсивных засух 1972, 1975, 2010 лет производство зерна в области составило мене 40% валового сбора.

Проведенная оценка биоклиматических ресурсов области свидетельствует, что Правобережные районы располагают значительно большим биоклиматическим потенциалом по сравнению с Левобережными районами, следовательно, здесь возможен и более высокий уровень интенсивности земледелия.

Список использованных источников:

1. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М.: Колос, 1967.-247 с.
2. Пряхина С.И., Складов Ю.А., Заварзин А.И. Природные ресурсы Нижнего Поволжья и степей их использования зерновыми культурами. Саратов:, изд-во «Аквариус», 2001.-66 с.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Расторгуев И.П., Неижмак А.Н., Землянухина О.С.
Военный авиационный инженерный университет, Россия

По оценкам экспертов [1] доля альтернативных источников энергии в Российской Федерации составляет около 1 % от общего объема вырабатываемой энергии.

Исходя из достигнутого экономического, технического и технологического уровня, альтернативная энергетика на современном этапе может использоваться лишь в ограниченных масштабах и рассматривается только как вспомогательный, наряду с традиционной энергетикой, или локальный резервный ресурс.

В последнее время пристальное внимание ученых и специалистов направлено на перспективы электроснабжения изолированных или удаленных от электрических сетей объектов различного назначения.

В сентябре 2011 г. в Москве состоялась Первая Всероссийская конференция «Развитие малой распределенной энергетики в России» [2]. По итогам конференции принят проект Резолюции, в котором отмечено, что важнейшим фактором, стимулирующим развитие распределенной энергетики в мире, является диверсификация топливно-энергетического баланса за счет увеличения доли местных и альтернативных источников энергетических ресурсов, что влечет за собой более рациональное использование углеводородного сырья.

Проект резолюции содержит ряд предложений, в том числе о необходимости учета малой распределенной энергетики в стратегических документах отрасли, включая Энергетическую стратегию до 2030 года, а также по использованию возможностей малой энергетики с учетом практики применения в субъектах РФ.

Одной из главных проблем на пути развития альтернативной энергетики является дефицит природных, прежде всего климатических, ресурсов.

Воронежская область, как и многие другие регионы РФ, обеспечена энергией недостаточно. Поэтому целесообразно использование на территории области доступных альтернативных источников энергии. Прежде всего, это касается энергии Солнца и ветра.

По продолжительности солнечного сияния Воронежская область является весьма комфортной для проживания. На территории Воронежской области продолжительность солнечного сияния в среднем за год нарастает с северо-запада от 1830–1880 часов на юго-восток до 1940–1990 часов, что превышает инсоляцию в таких городах, как Пятигорск и Юрмала. Исходя из этих данных, можно с уверенностью говорить о том, что рассмотрение вопроса об использовании солнечной энергии, как альтернативной, в Воронежской области является целесообразным.

Наибольшая средняя скорость ветра в области наблюдается в зимнее время – в январе-феврале (до 6,3 м/с), а наименьшая – летом (около 4 м/с). При этом на большей части области сильные ветры (> 15 м/сек) встречаются до нескольких раз в месяц на протяжении всего года. В среднем за год наблюдается до 20 дней с сильным ветром. В некоторых местах – в районе населенных пунктов за счет специфики рельефа число дней с сильным ветром возрастает до 30.

Исходя из вышесказанного, следует, что использование энергии ветра в Воронежской области, как альтернативного источника энергии, можно считать целесообразным. Для определения рациональности использования ветровой энергетики в конкретных пунктах области необходимо проводить дополнительные исследования.

Авторами были исследованы изменения характеристик солнечного сияния и ветрового режима за двадцатилетний период – с середины 80-х до середины 10-х годов. За этот период ресурс солнечной энергии по югу области увеличился на 2–2,5 %, по северной части – существенной динамики не выявлено. Приращение поступления солнечной радиации на территории Воронежской области приходится в основном на теплый период года. По ресурсам ветра на большей части региона также наблюдается увеличение потенциала на несколько процентов, но уже преимущественно в холодный период года. Результаты исследования позволяют констатировать общую тенденцию возрастания потенциала климатических ресурсов альтернативной энергетики на территории Воронежской области за рассматриваемый период.

Список использованных источников:

1. Альтернативным источникам не хватает ресурса. – Коммерсант. «Экономический форум». Приложение, №105/В (4645).
2. Развитие малой распределенной энергетики в России – выработка стратегии развития. - Парадный квартал. Воронеж. Ноябрь, 2011. – с.68-69.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ

Решетняк О.С., Лаврищев А.С.*
ФГБУ «ГХИ», Россия
***ЮФУ, Россия**

В современных условиях антропогенного воздействия происходит трансформация экологического состояния речных экосистем под влиянием природных, антропогенных и внутрисистемных факторов. Учитывая тесную взаимосвязь в водных экосистемах гидробиоценозов, среды их обитания и внешнего антропогенного воздействия, особенно актуальным является оценка региональных особенностей функционирования и изменчивости экологического состояния речных экосистем.

Исследования последних лет показывают, что большинство речных экосистем испытывают повышенную антропогенную нагрузку. В водной среде многих рек России происходит накопление органических и биогенных соединений, загрязняющих веществ, таких как фенолы, нефтепродукты и соединения тяжелых металлов до концентраций, значительно превышающих ПДК. Это является одной из основных причин формирования нового «антропогенно-измененного» экологического состояния речных экосистем, при котором изменяется их трофический статус и снижается экологическая емкость.

Анализ многолетней режимной гидрохимической информации ГСН показал, что антропогенное воздействие на экосистемы рек России продолжает оставаться довольно высоким и в новом тысячелетии. Периодически экстремально высокий уровень загрязненности водной среды фиксировался:

- на реках Кольского полуострова (рр. Нюдауй, Белая, Травяная, Колос-йоки и др.) по соединениям меди (кратность превышения ПДК достигала 52–257), соединениям никеля (50–253 ПДК) и соединениям молибдена (5–220 ПДК);
- на реках Севера и Сибири (рр. Обь, Полуй, Северная Сосьва, Иртыш, Омь, Тобол, Тура и др.) по соединениям марганца (50–211 ПДК), соединениям меди (51–384 ПДК) и нефтепродуктам (53–330 ПДК);
- на реках юга России (рр. Волга, Дон) по соединениям марганца (52–116 ПДК), соединениям ртути (6–20 ПДК), ДДТ (6–24 ПДК) и сероводороду (более 200 ПДК в экосистеме Нижней Волги);
- на реках Дальнего Востока (рр.Амур, Левая Силинка, Холдоми и др.) по соединениям свинца (5–18 ПДК), соединениям меди (50–217 ПДК) и соединениям марганца (51–158 ПДК) и реках о-ва Сахалин (рр.Тымь, Поронай, Найба, Сусуя и др.) по соединениям ртути (6–245 ПДК), соединениям марганца (54–90 ПДК) и аномально высокое содержание фенолов и сероводорода.

Столь высокий уровень антропогенного воздействия неизбежно сказывается на экологическом состоянии речных экосистем. Для выявления заметных отклонений в экологическом состоянии водных экосистем необходимо проследить за изменениями, происходящими в гидробиоценозах, функционирование которых находится в прямой зависимости от степени загрязненности водной среды. Поступление в речные экосистемы больших объемов химических соединений антропогенного происхождения приводит к упрощению отношений между сообществами водных организмов и средой их обитания и к организационной деградации (экологическому регрессу).

Результаты режимных гидробиологических наблюдений показывают, что около 30% контролируемых ГСН речных экосистем России находятся в состоянии антропогенного экологического или метаболического регресса. Такие водные экосистемы становятся наиболее уязвимыми при дальнейшем антропогенном воздействии вследствие резкого снижения их экологической емкости. При этом возрастает потенциальная возможность возникновения чрезвычайных экологических ситуаций для них, поскольку способность речных экосистем к самоочищению становится недостаточной, чтобы «переработать» огромные массы загрязняющих веществ.

Токсический эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы, вызывающий элементы экологического регресса отдельных сообществ, отчетливо проявляется в развитии гидробиоценозов рек Кольского Севера и нижних участков рек Дальнего Востока (рр. Сусуя, Найба, Черная, Раздольная и др.). Эвтрофирующий эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы изучен на основе анализа многолетней сукцессии зоопланктонных и фитоперифитонных сообществ и особенно четко проявляется в речных экосистемах Юга России (рр. Волга, Дон, Северский Донец, Самара, Сить и др.).

Стоит отметить, что основное внимание при оценке трансформации экологического состояния речных экосистем необходимо уделять приоритетным загрязняющим веществам, которые формируют высокий и экстремально высокий уровень загрязненности воды, а также выявлению характерных откликов гидробиоценозов на резкое изменение качества водной среды их обитания.

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Рыхлов А.Б.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия

Разработаны и реализованы методы расчета различных характеристик ветра и его энергетических ресурсов, возможной производительности ВЭУ, непрерывной длительности периодов ее простоя и других, по содержанию соответствующих ветроэнергетическому кадастру ЮВ ЕТР, содержащему обширную информацию почти по 200 пунктам на восьми высотных уровнях [1]. Исследование особенностей вертикального распределения скорости ветра для ряда станций рассматриваемой территории позволило установить, что с высотой условия для использования ресурсов ветра существенно улучшаются. Средняя скорость на высоте 110 м по сравнению с 10 м увеличивается в 1,5–2 раза.

Выполнены расчеты элементов ветрового кадастра для ЮВ ЕТР на восьми уровнях: 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 м над земной поверхностью и построены карты географического распределения среднего годового полного куба скорости ветра. Их анализ позволил выявить районы с различным ветроэнергетическим потенциалом и установить такую важную для применения ВЭУ особенность как то, что территории как с повышенными, так и пониженными значениями полного куба скорости ветра в исследуемом регионе пространственно сопряжены, т.е. располагаются над одними и теми же территориями на любом из рассматриваемых уровней. Вторая немаловажная особенность географического распределения показателей ветроэнергетического потенциала состоит в том, что наименьшие значения соответствуют пониженным территориям, особенно находящимся в так называемой ветровой тени возвышенностей, относительно повышенные значения приходятся на возвышенности. Третьей особенностью пространственного распределения характеристик ветроэнергетического потенциала на юго-востоке ЕТР является такая его изменчивость по территории, которая позволяет выбрать площадки для эффективного размещения ВЭУ в каждой административной области, а тем более в составе Приволжского и Южного Федеральных Округов.

Установлено наличие надежной корреляционной связи между значениями средней годовой скорости ветра у поверхности Земли и полного среднего годового куба скорости ветра на различных высотах (удельной мощности ветрового потока). Связь между ними более точно аппроксимируется полиномиальным уравнением второй степени. Параболическая зависимость этих величин практически исключает различия, а достоверность аппроксимации повышается до 1 с точностью в пятом знаке после запятой и свидетельствует о почти функциональной зависимости. На основе этих уравнений построена номограмма для оценки среднего годового полного куба скорости ветра на любой произвольной высоте нижнего 150-метрового приземного слоя атмосферы в зависимости от средней скорости ветра на уровне 10 м.

Показано, что с ростом высоты отношение наибольшего по территории значения полного среднего куба скорости ветра к наименьшему для каждого уровня уменьшается. Так, на высоте 10 м это отношение составляет 4,5, что свидетельствует о значительной пространственной изменчивости этой характеристики, на высоте 50 м оно снижается до 2,2, на высоте 110 м – до 1,6, а на высоте 150 м – до 1,4. Это свидетельствует о выравнивании с высотой распределения средней годовой удельной мощности ветра по территории региона.

Выявлены особенности годового хода ветроклиматических характеристик. Они сводятся к тому, что четко выделяются два периода с наибольшими и наименьшими значениями. Наибольшие их значения отмечаются в период с декабря по март. Максимум полного среднего куба скорости ветра на рассматриваемой территории может отмечаться в любой месяц этого периода. Точность их расчета не позволяет надежно выделить общий приоритетный месяц. В целом холодный период (XII–III) следует характеризовать как наиболее благоприятный для использования ветроэнергетического потенциала. Наименьшая плотность ветровой энергии характерна для периода с июня по август.

Годовой ход почти всех климатических характеристик ветра по территории чрезвычайно изменчив. Наиболее устойчива обеспеченность скоростей ветра ≥ 3 м/с. Эта характеристика может быть использована для оценки продолжительности выработки ветроэнергии или простоев ВЭУ. Как показывают расчеты, на уровне 50 м вероятность простоев ВЭУ составляет 25–30% времени года, а на уровне 100 м, как правило, не превышает 20%. Это достаточно низкая вероятность простоев ВЭУ. В среднем за год простой ВЭУ составляет чуть больше 2 месяцев.

Список использованных источников:

1. Климато-информационная технология решения ветроэнергетических задач // Известия Саратовского университета. Сер. Науки о Земле. 2012. Т. 11. Вып. 1. С. 27-34.

ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЦИКЛОВ В КОЛЕБАНИЯХ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА

Салугашвили Р.С.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Россия

Изменения климата на глобальном и региональном уровнях могут происходить как однонаправлено, так иметь и противоположный знак. Прогнозы изменения климата основываются, по сути, на одном факторе, на антропогенном увеличении выбросов парниковых газов. Однако на региональном уровне качество прогнозов имеет большие ошибки. Наряду антропогенной составляющей, в формировании изменений климата большое значение имеют естественные циклы в климатической системе. Естественные короткопериодные и долгопериодные колебания климата, на региональном уровне могут существенно влиять на пространственное распределение климатических аномалий.

Анализ данных метеорологических наблюдений на территории Европы, показывает, что в последние десятилетия наряду с трендами температуры наблюдаются существенные колебания климата. Происходит замедление глобального потепления в начале XXI века и расширение областей в северном полушарии с тенденциями временного понижения температуры в последнее десятилетие и особенно, после 2004 года.

В формирование климата Европы, большой вклад вносит теплое течение Гольфстрим, входящее в общий циркуляционный механизм мирового океана. Процессы, происходящие в океане, генерируют колебания, которые передаются в атмосферу. Долгопериодные колебания в климатической системе определяются процессами в океане. Колебания климата на региональном уровне могут в 2-3 раза превышать тренд за аналогичный период. Связь климата Европы, с океаном проявляется в наличии дальних связей колебания климата, которые можно оценить по их коэффициентам корреляции.

Исследование пространственных особенностей корреляций колебаний климата на территории первого ЕСР, с районами мирового океана, показало наличие стойких статистических связей, как положительных, так и отрицательных.

Высокая корреляция колебаний температуры на территории первого ЕСР с колебаниями температуры поверхности в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах наблюдается преимущественно в районах пересечения морских течений с подводными хребтами и грядами островов. Возможно, что усиление теплообмена между океаном и атмосферой вызванного интенсификацией перемешивания океана, при встрече океанских течений с препятствиями рельефа дна океана, может вызывать усиление теплообмена между атмосферой и районами первого ЕСР. Это можно предположить в случае с Гольфстримом, но, ни как нельзя предположить наличие прямого мгновенного обмена теплом между атмосферой над территорией первого ЕСР и дальними частями океанов.

Обнаруженные статистические связи, могут быть объяснены наличием некоторых глобальных естественных колебательных процессов климатической системы, происходящих синхронно на всей Земле и управляемых общим механизмом.

Естественные колебательные процессы в климатической системе, подвержены многим факторам. Одним из таких глобальных факторов влияющих на климат, является изменение угловой скорости вращения Земли. Изменение скорости вращения Земли влияет на атмосферную циркуляцию, также проявления колебания скорости вращения Земли может проявляться и в изменении циркуляции океана, а, следовательно, и в температуре.

Таким образом, исследования климата, должны основываться в первую очередь, на данных инструментальных измерений, следует особое внимание уделять изучению естественных колебаний климата, и вместе с тем, корректировать существующие прогнозы антропогенных изменений климата.

ВЛИЯНИЕ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО АЛТАЯ)

Севастьянов В.В., Севастьянова Л.М.
Томский государственный университет, Россия

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме возможных последствий для биосферы глобального потепления климата. Мониторинг эколого-климатических условий в горных районах требует длительного периода наблюдений и всестороннего учёта влияния различных географических факторов.

Горные котловины занимают значительную часть территории Алтае-Саянской горной страны. Эти территории – наиболее заселённые и освоенные в хозяйственном отношении. Изученность климата котловин сравнительно выше, чем климатов горных долин и верхнего пояса гор. Общая черта котловин – резкая континентальность климата, обусловленная их орографической изолированностью. В зимний период в котловинах формируются экстремально низкие температуры, связанные со стоком и застоем холодного воздуха. В тёплое время года над котловинами под воздействием местных ветров образуются зоны размыва облачности, что приводит к увеличению продолжительности солнечного сияния и к относительному повышению температуры воздуха. В табл. 1 приведены осреднённые коэффициенты наклона линейного тренда температуры (°С/год) за весь период наблюдений в Чуйской котловине на станции Кош-Агач (1760 м) и на станции Кара-Тюрек (2600 м), расположенной на водоразделе отрога Катунского хребта. Период наблюдений – с 1933 г по 2010 г.

Таблица 1. Коэффициенты наклона линейного тренда температуры воздуха (°С/ год).
Станции Кош-Агач и Кара-Тюрек

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Кош-Агач	0,10	0,10	0,10	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,08	0,05
Кара-Тюрек	0,005	0,03	0,00	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	0,02

Из табл. 1 видно, что темпы повышения температуры в котловине в холодный период года значительно превышают средние величины темпы её роста по России и в глобальном масштабе. Причиной такого явления является изменение циркуляционных условий в современную эпоху. В частности, было неоднократно показано в научной литературе увеличение числа дней с циклонами в Сибири в холодный период. Это приводит к периодическому усилению скорости ветра и разрушению инверсий температуры.

На станции Кара-Тюрек, расположенной выше уровня инверсии температуры, темпы её роста существенно отличаются от условий в горных котловинах. В зимние месяцы скорость повышения температуры значительно меньше чем на днищах котловин, а в летнее время они близки друг к другу.

Проведённое исследование показало важность учёта орографических условий, в которых находится метеорологическая станция, при определении темпов изменения температуры воздуха.

Результаты мониторинга температурного режима показали, что в горных котловинах, величина коэффициента наклона линейного тренда температуры в 2–3 раза больше, по сравнению с равнинами.

Аналогичные выводы для горных районов Восточной Сибири сделаны Н.Н. Густокашиной (2003). На наш взгляд, использование упрощённых сценариев для прогнозирования будущих состояний климатической системы не подтверждается современными климатическими тенденциями.

Представляется, что антропогенный фактор роста температуры сильно преувеличен. Во всяком случае, в горных районах рост температуры связан с изменением условий общей циркуляции атмосферы. Поведение температуры в котловинах в зимний период не связано с увеличением концентрации парниковых газов.

Использование обобщённых (осреднённых) данных о трендах температуры в горных условиях может привести к ошибочным результатам при прогнозировании изменений природных условий от изменения климатических параметров.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУМАНОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ СИБИРИ

Семиошина А.А., Надёжина Е.Д., Школьник И.М.
ФГБУ ГГО, Российская Федерация

В докладе будут представлены результаты расчетов параметров прибрежных туманов в окрестности внутренних водоемов Сибири, полученные с использованием системы моделей, состоящей из глобальной и региональной климатических моделей (ГКМ и РКМ) и модели пограничного слоя (МПС) атмосферы. Выбор и оптимизация параметров системы моделей ГКМ+РКМ+МПС проведены с использованием экспериментальных данных. В рамках исследования проведено сравнение модельных характеристик тумана с данными наблюдений на водохранилищах Сургутских ГРЭС.

Будут показаны результаты расчетов высоты, протяженности и водности туманов, а также характеристики гололеда, нередко образующегося в переохлажденных туманах, на побережье водохранилищ проектируемых Эвенкийского и Канкунского гидроузлов. Расчеты проведены для условий современного фонового климата и климата, ожидаемого в середине и конце XXI века.

Анализ результатов показал, что используемая в исследовании модель пограничного слоя атмосферы хорошо воспроизводит картину туманообразования на Сургутских водохранилищах. В результате анализа расчетов выявлено, что изменчивость параметров тумана проявляется в модели, как вариации значений, связанные с длиной пробега воздушного потока над водоемом, температурой и влажностью на верхней границе расчетной области, а также с температурой воды. Для каждого участка водохранилищ процессы туманообразования имеют свою специфику. Туманы наибольшей плотности и протяженности образуются в осенние месяцы на побережье приплотинного и срединного участков и в зимнее время на побережье нижнего бьефа. Обнаружено, что скорость подъема нижней границы тумана при удалении от уреза воды наветренного берега в значительной мере определяется значением мезомасштабной шероховатости наветренного берега. Анализ приближенных оценок видимости в тумане на высоте 2 м, выполненный по данным о водности, показал, что на всех расстояниях, где нижняя граница тумана не поднимается выше 2 м, видимость меняется мало и находится в пределах 100–150 м.

Для оценки влияния изменений фонового климата на характеристики туманов в середине и конце XXI века использовались данные расчета климатических характеристик по региональной модели климата ГГО. Выявлено, что влияние Канкунского и Эвенкийского водоемов на поле температуры будет меньше в прогнозируемом климате, чем в современных климатических условиях. При этом характеристики тумана изменятся более заметно. В частности, для срединной зоны Эвенкийского водохранилища протяженность тумана уменьшится на 200 м, а верхняя граница опустится на 20–30 м.

СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТОУСЛОВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ, УВЛАЖНЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОСФЕРЫ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН

Сиротенко О.Д., Павлова В.Н., Абашина Е.В., Варчева С.Е.
ФГБУ «ВНИИСХМ», Россия

Разработана и реализована технология мониторинга изменений климата для сельского хозяйства РФ, включающая расчет ежегодно обновляемых показателей: скользящих оценок средних, среднеквадратических отклонений, оценок повторяемостей, обеспеченностей и рисков. Показана эффективность использования робастных аналогов классических статистик для оценки изменений климатических показателей.

Получены оценки изменений (тренды) важнейших агроклиматических показателей, характеризующих теплообеспеченность, влагообеспеченность и условия зимовки сельскохозяйственных культур за период глобального потепления с 1976 по 2010 гг. Данные, приведенные в табл.1, показывают, что повышение температуры воздуха на большей части земледельческой зоны России сопровождается ростом осадков в течение зимне-весеннего и отчасти осеннего периодов года. На территории Центрального, Приволжского и Южного ФО наблюдается рост запасов продуктивной влаги в почве. Вместе с тем проявляется тенденция к аридизации климата, о чем свидетельствуют отрицательные тренды гидротермического коэффициента и положительные тренды индекса сухости.

Таблица 1. Оценки трендов агроклиматических показателей по ФО России за период современного глобального потепления с 1976 по 2010 гг.

Федеральный округ	Изменения показателей тепло- и влагообеспеченности (показатель / 10 лет)											
	зима		весна		лето		осень		ГТК Селянинова	Индекс сухости Будыко	Число дней с T > 10°C	Суммы T > 10°C
	T, °C	R, мм	T, °C	R, мм	T, °C	R, мм	T, °C	R, мм				
Центральный	0,74	-3	0,47	-1	0,73	-14	0,57	0	-0,115	0,064	3	131
Северо-Западный	0,90	6	0,36	6	0,57	-1	0,47	-3	-0,032	0,026	3	106
Приволжский	0,53	0	0,47	6	0,57	-12	0,65	-5	-0,081	0,056	2	93
Южный	0,34	1	0,27	9	0,64	-4	0,53	12	-0,019	-0,015	4	134
Уральский	0,27	1	0,45	8	0,25	-4	0,65	0	-0,023	0,015	2	62
Сибирский	0,06	2	0,64	3	0,25	7	0,23	2	0,011	-0,003	3	55
Дальневосточный	0,46	5	0,3	8	0,26	6	0,44	-4	0,022	0,011	3	68
Россия	0,41	2	0,45	5	0,42	-2	0,46	0	-0,033	0,021	3	84

В результате наблюдаемых изменений климата сформировались положительные тренды урожайности зерновых культур на территории земледельческой зоны России. В табл. 2 приведены данные расчетов, свидетельствующие о благоприятности наблюдаемых изменений агроклиматических усло-

вий на большей части агросферы России. Климатообусловленные тренды урожайности зерновых культур положительны для всех ФО за исключением Центрального, где наблюдаются небольшие по абсолютной величине разнонаправленные тренды климатообусловленной урожайности. В ряде важных сельскохозяйственных регионов России тренды урожайности достигают 5-6 % за 10 лет.

Таблица 2. Уточненные оценки климатообусловленной урожайности зерновых культур по регионам России за период с 1975-2009 гг.

Федеральный округ	Зерновые и зерно-бобовые в целом	Озимая пшеница	Яровой ячмень	Зерновые и зерно-бобовые в целом	Озимая пшеница	Яровой ячмень
Приволжский	0,33	1,28	0,41	2,3	7,1	3,1
Южный	0,27	0,99	0,09	1,2	3,7	0,5
Центральный	-0,09	0,38	-0,03	-0,5	1,9	-0,2

Представлен анализ влияния динамики засушливости климата на продуктивность сельского хозяйства за период с 1951 по 2010 гг. В табл. 3 приведены оценки потерь климатообусловленной урожайности по сравнению с последним максимумом урожайности в 2008 г. Эти оценки рассчитаны по модели погода-урожай в предположении отсутствия агротехнических трендов и рассматриваются как прямой результат влияния климатических факторов, прежде всего засух. Как показали расчеты "климатообусловленных" потерь урожаев (см. табл.3) в Центральном, Северо-Западном, Приволжском и Южном федеральных округах России, засуха 2010 г. по этому показателю оказалась самой сильной за последние 60 лет. В целом потери составили 50% потенциально возможного урожая, что выше потерь в 1981 (49%) и 1972 (43%) годах.

Таблица 3. Сравнительная оценка потерь урожайности яровых зерновых культур в засушливые годы (изменения урожайности даны в % от последнего максимума в 2008 г.)

Федеральный округ	Годы						
	1951	1972	1975	1981	1995	1998	2010
Центральный	-16,1	-45,9	-36,1	-53,3	-25,6	-34,2	-50,7
Северо-Западный	0,5	-39,7	2,0	-24,3	-9,7	-13,5	-35,3
Приволжский	-22,0	-35,6	-44,0	-58,1	-28,9	-60,0	-61,2
Южный	-18,1	-52,3	-49,0	-59,6	-30,3	-43,0	-56,5
Уральский	27,5	72,8	-7,5	-5,2	27,2	-28,5	-11,4
Сибирский	12,2	50,4	0,9	9,2	19,9	-8,5	23,2
Дальневосточный	47,9	60,5	39,5	54,6	36,5	44,4	8,5
ЕТ России	-13,9	-43,4	-31,8	-48,8	-23,6	-37,7	-50,9

Получены зависимости для сценарного прогнозирования изменений среднемесячной температуры воздуха и осадков теплого периода года на ЕТ РФ. Для среднемесячной температуры воздуха коэффициент детерминации ($R^2:100\%$) равен 52 %, а для осадков 43 %, что свидетельствует о перспективности регионального сценарного прогнозирования не только температуры, но и осадков. Представлены прогнозы урожайности зерновых культур при изменении климата по наиболее вероятным сценариям.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ АЛЬБЕДО И ПОГЛОЩЕННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В 2010–2012 ГОДАХ

Скляров Ю.А., Котума А.И., Червяков М.Ю.
Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Россия

Приводится краткая справка о работах по созданию в Саратовском государственном университете радиометров «Измеритель коротковолновой отражённой радиации» (ИКОР) трёх поколений (главный конструктор профессор Ю.А. Скляров). Аппаратура предназначена для измерений уходящей коротковолновой радиации (УКР), что позволяет определить мгновенное и среднесуточное значения величин альbedo, поглощённой солнечной радиации, а также среднемесячные значения этих величин. Подробно излагаются принцип действия, конструкция, метод градуировки и другие данные, касающиеся радиометра третьего поколения ИКОР-М. Этот радиометр работает с конца 2009 г. на ИСЗ «Метеор-М» №1. Информация поступает с ноября 2009 г., частота отсчётов 1/с. Прибор работает без сбоев. Кратко приводятся оценки погрешностей измерений. Общий вывод - полученные данные соответствуют шкалам измерений общеизвестных зарубежных радиометров.

Приводится краткое описание алгоритмов обработки наблюдений аппаратурой ИКОР-М с ИСЗ «Метеор-М» №1. Эти алгоритмы используются в программах, которые последовательно обеспечивают всю процедуру обработки и представления результатов. Имеется возможность визуального контроля и предварительного анализа мгновенных отсчётов на фоне географической карты, а также возможность масштабирования нужного участка трека орбиты и карты.

Продукт выдаётся в виде глобальных карт уходящей коротковолновой радиации, альbedo и поглощённой солнечной радиации. Разрешение на картах обеспечивается сеткой площадок $2,5^\circ \times 2,5^\circ$. Излагается методика получения среднемесячных величин УКР, альbedo и поглощённой солнечной радиации на упомянутых площадках.

Разработана методика и программа, позволяющая использовать факт равенства всех площадок $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ на глобальной карте для получения сумм радиации, например, на любых равновеликих площадях поверхности Земли, широтных распределений выбранных величин (УКР, альbedo, поглощённой радиации) в узких долготных полосах (например, 10°) океанов и материков. Имеется возможность оценки поглощённой радиации на полосах произвольной конфигурации (например вдоль течения Гольфстрим). Это даёт возможность их сопоставления и выявления вариаций в пространстве и времени.

Сообщаются конкретные предварительные результаты расчётов. Обработка массива данных продолжается.

ИЗМЕНЕНИЯ ИСПАРЕНИЯ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В БАСЕЙНЕ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Сперанская Н.А.
ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Россия

Введение

Испарение является важным элементом водного баланса земной поверхности. Его изменения во многом определяют изменения режима увлажнения суши. Испарение с водной поверхности достаточно надежно характеризует годовой и сезонный итог тепло- и влагообмена между стандартной водной поверхностью и атмосферой и более чувствительна к изменению климата, чем рассчитанная испаряемость. Именно поэтому это испарение часто рассматривается в качестве показателя потенциально возможного испарения с поверхности суши или испаряемости.

Особый интерес к анализу данных наблюдений за испарением с открытой водной поверхности активизировался в конце 1990-х годов после публикации результатов анализа трендов испарения для России и США (Peterson et al., 1995; Golubev et al., 2001). Многочисленные исследования изменения испарения с водной поверхности привели к неожиданному результату: при повышении температуры воздуха практически повсеместно наблюдается падение испарения с открытой водной поверхности. Это явление даже получило свое название – «парадокс испарения» (IPCC, 2007).

Однако для территории России с 1990-х годов новых исследований изменения испарения с водной поверхности (потенциально возможного испарения) не проводилось, хотя данные наблюдений позволяют проследить эти изменения вплоть до 2008 года.

Район исследования и исходные данные

Бассейн Волги занимает обширную территорию на Европейской равнине, охватывая практически все природные зоны от тайги до сухих степей и даже полупустынь. Анализ изменения испарения на этой территории позволяет оценить изменения режима увлажнения почти на всей территории Европейской России.

В работе использовались данные наблюдений на сети специализированных станций Росгидромета. Всего на территории бассейна Волги и прилегающей территории были использованы данные 65 станций, наблюдения на которых заканчивались не ранее 1996 года. Для сравнимости результатов по всей территории в качестве исходных данных рассматривались суммы испарения за теплый период года (с мая по сентябрь).

Основные результаты

Анализ многолетних значений испарения с открытой водной поверхности за теплый период (май–сентябрь) в различных природных областях показал, что его величины подчиняются определенной зональности, закономерно увеличиваясь с севера-запада бассейна к югу-востоку от 270–290 мм в зоне тайги до 950–1000 мм и более (на отдельных станциях) в зоне сухих степей.

При этом по мере продвижения к югу изменения величины испарения становятся более резкими.

На всей территории бассейна Волги наблюдается уменьшение испарения с открытой водной поверхности в теплый период года (май–сентябрь). При этом на севере бассейна это уменьшение не очень велико. В центральной части оно становится более заметным. На юге бассейна падение испарения максимально. На фоне общего уменьшения испарения к югу от 54° с.ш. формируется некоторая тенденция к росту испарения с водной поверхности с начала 1990-х годов. Кроме того, в некоторых частях бассейна отмечается рост испарения до середины 1960-х годов.

Интенсивность изменения испарения с конца 1970-х годов на всей территории бассейна Волги значительно ниже, чем в предшествующий период. Амплитуда межгодовых флуктуаций с начала 1980-х годов также сокращается.

Если рассматривать испарение с открытой водной поверхности как годовой или сезонный итог тепло- и влагообмена между стандартной водной поверхностью и атмосферой, то можно с уверенностью констатировать, что скорость и величина этого обмена значительно уменьшились с 1980-х годов. Это неизбежно должно оказывать влияние на режим увлажнения суши.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Стадник В.В.
ФГБУ «ГГО им. А.И. Воейкова», Российская Федерация

Рассматриваются результаты оценки солнечных ресурсов административных областей центра Европейской части России – Ульяновской, Самарской, Татарстана и Башкирии.

Согласно районированию территории России по гелиопотенциалу, разработанному ранее, эти области входят в четвертый район, относящийся к группе перспективных, характеризующийся высоким приходом солнечной радиации, небольшим количеством облаков нижнего яруса, большим числом солнечных дней.

Рассматриваемые районы одни из густонаселенных промышленных регионов страны, где весьма актуальным является вопрос об энергосбережении и имеются возможности использования простейших гелиосистем, в частности, применять солнечные коллекторы в качестве приставок для котельных и ТЭЦ, а также для разработок новых современных проектов «гелиоархитектуры».

Исходным материалом для оценки солнечного энергетического потенциала явились данные сети актинометрических и метеорологических станций.

Для оценки гелиоресурсов, принципиально доступных для технического использования, выполнен расчет суммарной солнечной радиации, поступающей на приемники гелиоустановок.

Рассчитана удельная выработка полезной энергии (тепловой и электрической), которую можно получить с помощью современных средств преобразования энергии Солнца.

Показано, что использование фотоэлектрических станций для выработки электроэнергии на данном этапе в данном регионе не представляется экономически рентабельным. Годовая выработка электроэнергии при КПД фотогенератора 12% составляет 150-180 кВт·ч/м², если КПД преобразователя составляет 20%, выработка возрастет до 250–310 кВт·ч/м².

Во всех рассмотренных областях целесообразно использовать низкотемпературные солнечные установки типа солнечных коллекторов для горячего водоснабжения в неотапливаемый период. Годовая выработка тепловой энергии составляет 650–950 кВт·ч/м². Коэффициент замещения нагрузки горячего водоснабжения составляет 50–60%.

АНАЛИЗ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Ташилова А.А., Кешева Л.А.
ФГБУ «ВГИ», Россия

Глобальное потепление может иметь далеко идущие последствия для экономики страны, в частности, для ее агропромышленного комплекса. В этой связи актуальным является анализ многолетних изменений снежного покрова предгорной территории Кабардино-Балкарской Республики.

При анализе климата исходными данными являются временные ряды, содержащие значения тех или иных климатических показателей (температуры, осадков, влажности и т.п.) за некий период. Традиционно для анализа данных ряда климатических параметров используются тренды. При этом решается задача предсказания будущих значений ряда. В то же время тренд ничего не говорит о том, насколько устойчив ряд. Таким образом, классические методы анализа являются малоинформативными и имеют много методологических ограничений к применению.

В последнее время широкое распространение получил анализ временных рядов с использованием метода нормированного размаха R/S . Метод был впервые предложен английским гидрологом Г. Херстом для анализа периодичности наполняемости бассейна реки Нил. В дальнейшем математик Бенуа Мандельброт увидел в новом подходе элементы фрактального анализа, введенного им в 80-е годы 20 столетия. Таким образом доказано, что все временные природные ряды на некоем интервале масштабов самоподобны, и, как следствие, процессы, идущие в настоящий момент, определяются предыдущими состояниями. При этом не только непосредственно предшествующими (как в марковских цепях), а процессами, происходившими достаточно давно относительно настоящего момента.

В основе метода лежит анализ размаха параметра (наибольшего и наименьшего значения на изучаемом отрезке) и среднеквадратичного отклонения и его зависимость от периода изучаемого времени t . Расчет показателя Херста можно произвести по следующей формуле:

$$R / S = (at)^H, \text{ откуда} \quad (1)$$

$$H = \frac{\ln(R/S)}{\ln(at)}, \text{ где} \quad (2)$$

H – показатель Херста;

R – среднеквадратичное наблюдение ряда наблюдений X_i ;

S – размах накопленного отклонения;

T – число периодов наблюдений;

a – заданная константа.

Показатель Херста H представляет собой основной инструмент для определения устойчивости поведения системы. Показатель Херста призван дать ответ на вопрос, каким будет следующее значение исследуемого ряда, больше или меньше текущего.

В данной работе приведен методологический анализ временного ряда высоты снежного покрова, полученного по наблюдениям метеостанции Нальчик в период с 1955 по 2010 гг., для понимания алгоритма вычисления показателя Херста, без деления всего ряда на интервалы. Затем был проделан анализ по методу Херста-Мандельброта, т.е. с делением длинного ряда на подпериоды. В результате получено, что показатель Херста меняется от 0,58 до 0,63, при этом следует учесть различные значения константы a ($a=0,5; \pi/2$).

Временные последовательности, для которых H больше 0,5, относятся к классу персистентных – сохраняющих имеющуюся тенденцию. Если приращения были положительными в течение некоторого времени в прошлом, то есть происходило увеличение, то и впредь в среднем будет происходить увеличение. Таким образом, для процесса с $H > 0,5$ имеется тенденция к увеличению в будущем. Одним из преимуществ метода размаха является малая чувствительность к длине ряда, что позволяет определять показатель H даже для коротких рядов.

Таким образом, получено, что увеличение среднегодового увеличения высоты снежного покрова имеет устойчивую тенденцию к увеличению, по крайней мере для ближайших 55 лет (на период, проанализированный с помощью метода нормированного размаха).

ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА ОСНОВНЫХ ПЕРЕНОСЧИКОВ МАЛЯРИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

С. Н. Титкина, В. В. Ясюкевич, С. М. Семенов, Е. А. Давидович*, Н. В. Ясюкевич**
Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Россия
***ЦНСХБ Россельхозакадемии, Россия**
****Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Россия**

В настоящее время малярия одно из самых распространенных заболеваний в мире. Несмотря на невысокий уровень заболеваемости, предпосылки возобновления широкомасштабной передачи малярии, в первую очередь, трехдневной, в России сохраняются. К ним относятся систематический завоз малярии на территорию России и большое число обитающих здесь видов переносчиков.

В данной работе сделана попытка оценить возможные изменения потенциальных ареалов важнейших переносчиков малярии на территории России и сопредельных стран. Методы и методика анализа изменения климата и расчета модельных ареалов представлена в работе [3]. Для выполнения анализа использовались данные 599 метеостанций, охватывающие ряды суточных данных по 2010 г. включительно, которые размещены на сайте <http://www.meteo.ru>. Полученные данные интерполировались на регулярную пространственную сетку $1^\circ \times 1^\circ$. В основу модельных ареалов легли климатические предикторы, выявленные В. Н. Беклемишевым и его сотрудниками [1]. Проведено сравнение климатических периодов 1981–2010 гг. (современность) и 1936–1965 гг. Анализ полученных данных показывает изменение среднегодовой температуры воздуха за период 1981–2010 гг. по сравнению с периодом 1936–1965 гг. На большей территории сопредельных стран наблюдается потепление в той или иной степени. Локальное похолодание наблюдается на Кольском полуострове и полуострове Таймыр. В наибольшей степени это выражено на территории Грузии и Армении. Среднегодовая сумма осадков за тот же период на большей части исследованной территории увеличилась. Увеличение среднегодовой температуры и суммы осадков могли привести к изменениям в распространении основных переносчиков малярии на территории России и сопредельных стран.

Климатообусловленный ареал комаров комплекса видов *An. maculipennis* рассчитан, исходя из критерия: для устойчивого существования необходимо не менее 85 дней в году со среднесуточной температурой не менее $+10^\circ\text{C}$. Модельный ареал достаточно точно отображает северную границу распространения *An. beklemishevi* и *An. messeae*, за исключением восточной части. Действительное распространение на восток *An. messeae* ограничивается междуречьем рек Зеи и Буреи, что, возможно, объясняется конкуренцией со стороны *Anopheles sinensis* [1]. Границей распространения группового модельного ареала комаров зимующих в активном состоянии и периодически питающихся кровью: *An. superpictus* (Средняя Азия, Закавказье, Дагестан), *An. sacharovi* (равнины Закавказья и Дагестана) и *An. atroparvus* (Закавказье, Северный Кавказ, и далее к западу от Каспия) является среднемесячная изотерма января -7°C [1]. Граница предполагаемого ареала существенно сместилась к востоку и к северу. По последним данным, *An. sacharovi* обнаружен в Калмыкии (окрестности Элисты), где ранее этот вид не отмечался [2], что подтверждает нашу оценку. Для потенциального ареала *An. pulcherrimus*, определяемого следующими климатическими предикторами [1]: не менее 110 дней в году со среднесуточной температурой не ниже $+20^\circ\text{C}$ и годовой суммой осадков менее 750 мм, отмечается существенное расширение ареала и этого вида.

Проведенный анализ позволяет дать прогноз изменения ареалов в связи с наблюдаемым

и предполагаемым изменением климата. Климатические изменения за период 1981–2010 гг. по сравнению с периодом 1936–1965 гг. создали предпосылки для расширения климатообусловленных ареалов исследованных видов в восточном и северном направлениях, что может привести к обнаружению некоторых из них в местностях, где они ранее не встречались. Модельный расчет не выявил сокращения ареалов.

Список использованных источников:

1. Беклемишев В. Н. Биоценологические основы сравнительной паразитологии, М.: Наука, 1970. –502 С.
2. Перевозкин В. П., Бондарчук С. С., Гордеев М. И. Популяционно-видовая структура малярийных комаров (Diptera, Culicidae) Прикаспийской низменности и Кумо-Манычской впадины. Медицинская паразитология и паразитарные болезни, 2012, №1. – С. 12-17.
3. Семенов С. М., Ясюкевич В. В., Гельвер Е. С. Выявление климатогенных изменений. М.: Издательский центр «Метеорология и гидрология», 2006. –324 С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАПРОСАМ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ

Трофимова О.
ФГБУ «ГГО им. А.И. Воейкова», Российская Федерация

Прямая солнечная радиация играет определяющую роль в преобразовании энергии Солнца, т.к. поступающая на землю солнечная радиация состоит более чем на 50% из прямого излучения.

Для трансформации энергии солнечного излучения в электрическую энергию наибольшее применение получили системы термодинамического преобразования. Солнечные электростанции данного типа улавливают солнечную энергию и последовательно преобразуют ее в теплоту и электроэнергию.

Активные методы использования солнечной энергии с помощью солнечных коллекторов в установках с концентраторами, позволяют обеспечить устойчивую работу систем отопления и горячего водоснабжения не только в летний, но и в зимний период.

В докладе рассматривается структура поступления прямой солнечной энергии на поверхности гелиоприемников по данным актинометрической сети РФ. Сделан анализ распределения по территории России месячных сумм прямой радиации, поступающей на следящую за Солнцем поверхность и поверхность с углом наклона, равным широте места. Выявлены региональные особенности пространственного распределения прямой радиации в разные сезоны года.

Особое внимание уделено анализу суточного хода прямой радиации, максимальным значениям суточным и часовым сумм радиации с помощью изоплет прямой солнечной радиации. Они дают комплексное представление о временной структуре поступления прямой радиации, раскрывая внутрисуточное и внутригодовое распределение радиации в различных регионах страны.

Сделано сравнение результатов картирования прямой солнечной радиации, полученной по спутниковым данным и по наблюдениям актинометрической сети России.

Полученные результаты исследования могут быть полезными при принятии решений о возможности использования активных солнечных систем с концентраторами в том или ином регионе России.

THE INVESTIGATION OF DIRECT SOLAR RADIATION ACCORDING
TO SOLAR ENERGY DEMANDS

O.Trofimova

Voeikov Main Geophysical observatory

7, Karbyshev str, Saint-Petersburg, Russia

e-mail:sun@main.mgo.rssi.ru

phone: (812) 297-21-02

ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Тудрий В.Д., Ахмеджанов Ш.М., Важнова Н.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Проблема изменения климата и, в частности, характеристик температурного режима приобрела большую актуальность в связи с участвовавшими природными катаклизмами и всё большей возрастающей зависимостью современной цивилизации от опасных явлений.

В данной работе были исследованы изменения температуры воздуха во времени и в пространстве Приволжского федерального округа (ПФО) по данным метеостанций девяти крупных городов. В качестве исходного материала использовались среднесуточные данные по температуре воздуха с сайтов <http://www.meteo.ru>, <http://www.thermo.karelia.ru>, <http://www.meteo.infospace.ru>.

Для оценки изменчивости во времени были рассчитаны среднегодовые температуры в различных десятилетиях и тридцатилетиях для каждого из 9 городов ПФО, их среднеквадратические отклонения, коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ) (табл. 1).

Таблица 1. Распределение КНЛТ (°С/10 лет) температуры воздуха на территории ПФО в различные периоды

Время / город	1951–1980 гг.		1981–2010 гг.		Период, годы	КНЛТ	R ² %
	КНЛТ	R ² %	КНЛТ	R ² %			
Киров	0,1	0,9	0,3	11,7	1915-2010	0,2	16,7
Пермь	0,0	0,7	0,4	11,9	1915-2010	0,1	11,7
Ижевск	–	–	0,4	14,1	1958-2010	0,3	18,2
Уфа	0,1	1,2	0,5	15,8	1917-2010	0,1	10,6
Н.Новгород	0,0	0	0,5	18,9	1909-2010	0,1	15,1
Казань	0,0	0,3	0,6	26,8	1881-2010	0,1	12,5
Самара	0,2	3,4	0,3	7,2	1936-2010	0,3	37,7
Саратов	0,3	6,6	0,4	13,1	1936-2010	0,3	35,5
Оренбург	0,0	0,5	0,5	15,6	1886-2010	0,1	18,5

Несмотря на малые значения коэффициента детерминации R², из таблицы 1 видно, что в период 1981–2010 гг. существенно возросла скорость изменения среднегодовой температуры по сравнению с 1951–1980 гг. на всех девяти станциях ПФО. Причем, наибольший рост наблюдался на ст. Казань ≈ 0,6°С/10 лет, наименьший в Самаре ≈ 0,3°С/10 лет. Среднегодовая температура воздуха растет в Казани, Н.Новгороде с 1921–1950 гг., в Оренбурге с 1891–1920 гг. Четко прослеживается изменение температуры в разные десятилетия.

Во всех частях ПФО отмечался минимум в 1941–1950 гг., после которого почти везде отмечался рост температуры. Оценка вероятности отличия средних значений температуры от десятилетия к десятилетию на ст. Казань указывает на достоверный рост температуры в десятилетие 2001–2010 гг. по сравнению со всеми предыдущими десятилетиями, вероятность доверия P ≈ 100%. Высокая вероятность устойчивого роста температуры отмечалась в 1991–2000 гг., 1981–1990 гг. (P=96–100%). Хорошей мерой изменчивости является дисперсия среднесуточной температуры воздуха t_c , среднеквадратическое отклонение (СКО). Из таблицы 2 следует, что почти во всех частях ПФО СКО t_c уменьшается, начиная с 50-х и 60-х годов XX века. Особенно это хорошо прослеживается на длиннорядных станциях Казань, Н.Новгород, Оренбург, Уфа, Пермь, Киров.

Таблица 2. Среднеквадратическое отклонение t_c в разных частях ПФО по десятилетиям

Года / Города	1881-1890	1891-1900	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010
Ижевск	–	–	–	–	–	–	–	–	13,1	12,8	12,7	12,6	12,4
Казань	13,2	13,6	13,0	12,9	13,1	13,3	12,9	13,3	12,9	12,8	12,3	12,3	12,3
Киров	–	–	–	–	12,6	13,0	12,5	12,9	12,9	12,2	12,1	12,2	12,1
Нижний Новгород	–	–	–	12,1	12,1	12,5	12,1	12,3	12,2	11,6	11,4	11,4	11,5
Оренбург	–	15,0	14,7	14,4	14,6	15,1	14,2	14,9	14,1	14,3	13,7	13,9	13,7
Пермь	–	–	–	–	12,9	13,3	12,9	13,4	13,0	12,6	12,5	12,4	12,3
Самара	–	–	–	–	–	–	13,4	13,9	13,1	12,9	12,6	12,7	12,7
Саратов	–	–	–	–	–	–	13,1	13,7	12,8	12,6	12,3	12,2	12,3
Уфа	–	–	–	–	13,4	13,9	13,2	13,9	13,4	13,4	13,0	13,0	13,0

Прослеживается четкая тенденция большей устойчивости среднесуточной температуры воздуха в Казани. Аналогичная картина отмечается в Оренбурге в 2001–2010 гг. СКО существенно меньше, чем во всех предшествующих десятилетиях, кроме десятилетия 1981–1990 гг. (равенство СКО), вероятность доверия 85–100%.

Таким образом, в разных частях ПФО установлено достоверное увеличение среднегодовой температуры воздуха и уменьшение изменчивости среднесуточной температуры в десятилетие 2001–2010 гг. по сравнению с предыдущими десятилетиями.

ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В ПЕРИОД ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Франчук И.В., Мельник В.И., Комаровская Е.В.
Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», Республика Беларусь

Происходящие на глобальном и региональном уровнях климатические изменения, особенно их экстремальные проявления, могут вызвать серьезные последствия в экономической и социальной сферах. Проведенные оценки изменения климата для территории Беларуси не противоречат общепринятым положениям в мире. За последние два десятилетия наблюдается четко выраженная тенденция потепления, особенно в зимний период.

Специфика нынешнего потепления не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха, которая в среднем за 23 года (1989–2011 г.г.) превысила климатическую норму на 1.1°C.

Ежегодно в Республике Беларусь регистрируется от 9 до 30 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), суммарный ущерб от которых достигает нескольких десятков, иногда и сотен миллиардов белорусских рублей. Большинство отмечающихся ОЯ носит локальный характер. Однако такие явления, как заморозки, сильный ветер, сильные дожди, сильные снегопады, чрезвычайная пожарная опасность, в отдельные годы охватывают значительную часть территории Беларуси.

Согласно оценкам Всемирного банка было установлено, что ряд отраслей экономики республики характеризуются разной степенью экономической зависимости от опасных гидрометеорологических явлений: сельское хозяйство – 42%; топливно-энергетический комплекс – 19%; строительство – 12%; коммунальное хозяйство – 8%; автомобильный и железнодорожный транспорт – 7%; прочие – 12%. В то же время, наиболее погодозависимой отраслью экономики является сельское хозяйство. Суммарная доля погодозависимых отраслей в Республике Беларусь составляет 41,5% от производства ВВП. В результате ежегодный ущерб экономике Беларуси от ОЯ достигает 93 миллионов долларов США (в ценах 2005 г.).

Около 80% всех случаев ОЯ приходится на теплый период года в связи с возникающей активной конвективной деятельностью. Особенно ярко ее влияние проявляется для групп явлений, связанных с ветром (сильные ветры, шквалы, смерчи) и осадками (очень сильные дождь и ливень, продолжительный сильный дождь, град).

В вегетационный период повысилась опасность весенних заморозков, которые происходят на фоне активно вегетирующих растений. Опасность осенних заморозков не столь значительна, так как увеличение температуры воздуха в весенние и летние месяцы приводят к ускоренному созреванию сельскохозяйственных культур.

Несмотря на то, что за период потепления суммы осадков не претерпели значительных изменений, заметно увеличилась неравномерность выпадения осадков, как внутри года, так и в целом за отдельные годы. Неравномерность выпадения осадков в Беларуси приводит к возникновению засушливых явлений. В половине лет из 23 (1989–2011 гг.) в республике отмечались засушливые условия на протяжении двух и более месяцев в период активной вегетации растений. Недобор осадков сопровождался повышенным температурным режимом, что усилило неблагоприятные

последствия этого явления. Засушливые условия в отмеченный период отмечаются вдвое чаще, чем в предшествующие годы.

В то же время в период 1989–2011 гг. отмечаются и исключительно влажные годы и периоды. Так, например, в 1998 году обильными были осадки в течение всего года, но особенно влажными были июнь и июль, когда даже в среднем по республике выпало 1,5 нормы осадков, что вызвало затопление значительных территорий Полесья, затопление посевов на тяжелых почвах севера республики. Обильные осадки отмечены в первой половине лета 1991 и во второй половине лета 1993, 2006 г., а также в июне-июле 2009 г.

Негативное влияние опасных гидрометеорологических явлений на различные отрасли экономики вызывает необходимость постоянного учета гидрометеорологической информации, так как оптимальное (экономически эффективное) использование гидрометеорологической информации, позволяет максимально снизить возможные воздействия гидрометеорологических условий, а значит и экономические потери.

УРБАНИЗАЦИЯ И МЕЗОКЛИМАТ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Хайруллин К.Ш.
ФГБУ «ГГО им. А.И.Воейкова», Россия

Географические условия (рельеф, водоемы, лесные массивы, берега морей) влияют на циркуляционные условия и формируют мезоклимат, время существования которого измеряется часами-сутками, а масштабы распространения измеряются десятками километров по горизонтали и сотнями метров по вертикали. Мезоклимат влияет на следующие характеристики: составляющие теплового и радиационного балансов, температуру воздуха, скорость и направление ветра, относительную влажность, а также опасные явления, такие как ливневые осадки, туманы, грозы, град.

В России урбанизировано всего около 1% территории. Влияние городов и магистралей, по спутниковым данным, распространяется на площадь, не превышающую 4,5% территории страны. В промышленных районах (Московская и Ленинградская области) этот процент возрастает до 35 и 20% соответственно, в Якутии он не превышает сотой доли процента.

Сопоставление спутниковой и наземной информации позволяет судить о влиянии городов на климат и вычлнить роль урбанизации в тренде температуры в современную эпоху. Это необходимо учитывать при исследовании глобального изменения температуры, т.к. большинство длиннорядных станций расположено в сфере влияния крупных городов. Особенно это относится к индустриальным районам Западной Европы, где масштабы урбанизации достигают 70%.

Предлагаемая методика применяется впервые, но в связи с отсутствием постоянного снежного покрова во многих государствах с более мягким климатом, использование альбедо снега на конец весны невозможно.

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА САРАНСКА

Хлевина С.Е., Меркулов П. И, Меркулова С. В., Сергейчева С. В.
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Российская Федерация

Изменение климата оказывает выраженное негативное влияние на качество атмосферного воздуха и здоровье населения. Разбалансирование климатической системы в странах северного полушария проявляется в увеличении числа дней с экстремальными суточными температурами, увеличении числа волн жары и холода. При этом происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими или низкими температурами, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических факторов. Загрязнение атмосферного воздуха является причиной повышенной смертности населения. В России повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха приводит к ежегодной дополнительной смертности до 40 тыс. человек [3].

Особый интерес представляют данные о концентрации загрязняющих веществ в период высоких аномальных температур, так как в эти дни происходит суммация негативного влияния на здоровье населения летней жары и высоких концентраций загрязняющих веществ.

Метеорологические условия являются одним из основных факторов, определяющих уровень загрязнения атмосферного воздуха. Доказано, что с увеличением температуры воздуха отмечается повышенный уровень загрязнения атмосферы, что связано с температурными инверсиями, которые препятствуют рассеиванию загрязняющих веществ [1]. Кроме того, при высоких температурах в приземном слое атмосферного воздуха более интенсивно протекают фотохимические реакции, результатом которых является образование новых загрязняющих веществ, обладающих более выраженным токсическим действием, например, приземный озон (O_3), который является сильнейшим окислителем и даже в малых концентрациях оказывает негативное воздействие на здоровье человека и растительность. Как известно, предшественниками озона являются оксиды азота и летучие углеводороды [2].

Длительный период аномально высоких температур воздуха, практического отсутствия атмосферных осадков, способствовал распространению лесных пожаров в центре европейской части России, которые привели к дополнительному поступлению вредных веществ в атмосферу. В июле-августе 2010 года в г. Саранске продолжительность «волны жары» со среднесуточной температурой выше среднепогодной составила 53 дня, а выше $25^{\circ}C$ – 32 дня без перерыва. Число температурных рекордов, то есть дней с максимальной температурой за все время регулярных метеорологических наблюдений с 1936 года, составило в июле 10 дней и в августе 9 дней.

Метеорологические станции зафиксировали образование смога. Летом 2010 г. в г. Саранске наблюдался повышенный уровень загрязнения атмосферы воздуха. Среднесуточные концентрации основных контролируемых в городе загрязняющих веществ – SO_2 и NO_2 , CO , взвешенных веществ – статистически достоверно увеличивались с ростом температуры воздуха.

Повышенные концентрации атмосферных загрязнителей в аномально жаркий период связаны с температурными инверсиями в приземном слое, препятствующими рассеиванию загрязняющих веществ, а также с формированием устойчивого антициклона, отсутствием осадков и экстремально высокими температурами воздуха ($+40^{\circ}C$) [2]. Летом 2010 г. в городе Саранске такие неблагоприятные метеорологические условия наблюдались в течение более 65 дней. Столь резкое

повышение температурного режима в летние месяцы 2010 г. происходило на фоне значительного недостатка влаги. В период июнь-июль рассматриваемого года выпало лишь 5-7% осадков от нормы. В августе отклонение было меньшим за счет прохождения фронтальных кратковременных ливней (53–57% от нормы). Текущий год перекрыл недобор осадков, зафиксированный даже в самое засушливое лето 1972 г. В целом сумма осадков за летний период 2010 г. составила всего около 20% от нормы.

Проведенный в ходе исследования корреляционный анализ показал тесную прямую корреляционную связь между среднесуточной температурой воздуха и среднесуточными концентрациями взвешенных веществ, оксида углерода и диоксида азота (коэффициент ранговой корреляции в среднем равен во всех случаях 0,99).

Особенно серьезная ситуация сложилась в начале августа. В результате загрязнения атмосферного воздуха продуктами горения было зафиксировано обострение хронических заболеваний органов дыхания, особенно у детей ($r = 0,64$), а также наблюдался значительный рост (до 40%) патологии органов дыхания у взрослого населения.

Анализ динамики внутригодовой смертности в городе Саранск показал, что максимальное значение этого показателя за последние 15 лет приходится на август 2010 г., для которого характерно сочетание аномальных значений метеоусловий в течение продолжительного периода; повышение вследствие этого уровня загрязнения, а также наступление эффекта истощения адаптационных механизмов организма.

Таким образом, наблюдается довольно четкая зависимость между аномальными метеоусловиями, заболеваемостью и смертностью населения, особенно в городской среде. Подобные ситуации необходимо учитывать при городском планировании и проектировании.

Список использованных источников:

1. Исаев А. А. Экологическая климатология: учебн. пособие / А. А. Исаев. – М.: Научный мир, 2001. – 458
2. Куролап С. А. Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2006. – 220 с.
3. Ревич Б. А. Изменение климата и здоровье населения России / Б. А. Ревич, В. В. Малеев. – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 208 с.

ПОЛИФАКТОРИАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ В МЕЖМЕРИДИАЛЬНОМ ГРАДИЕНТЕ ПО ТИПАМ КЛИМАТА

Хлюстов В.К., Устинова М.А., Химица Е.Г.*
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
*ФГБОУ ДПО «ИПК»

Общеизвестно, что климат любой территории характеризуется комплексом показателей, изменяющихся в течение календарного года. Их варьирование и сочетание по сезонам года (зима, весна, лето, осень) в целом определяют, к какому типу климата отнести ту или иную территорию.

В соответствии с действующим организационно-хозяйственным делением территории Российской Федерации в качестве таксонов приняты отдельные сельскохозяйственные районы, каждый из которых характеризуется комплексом переменных со следующей градацией:

- континентальность климата (слабо континентальный – 1, умеренно континентальный – 2, средне континентальный – 3, очень континентальный – 4, резко континентальный – 5);
- суммарная обеспеченность теплом (очень холодный – 1, холодный – 2, холодно умеренный – 3, умеренный – 4, умеренно теплый – 5, теплый – 6, жаркий – 7);
- суммарная обеспеченность влагой (избыточно увлажненная – 1, влажная – 2, влажная – 3, полу-влажная – 4, полусухая – 5, засушливая – 6, полусухая – 7, сухая – 8, очень сухая – 9);
- продолжительность периода (отсутствие периода вегетации – 0, очень короткий – 1, короткий – 2, средний – 3, длинный – 4, очень длинный – 5, с непрерывной вегетацией – 6);
- суровость зимы (очень теплая – 1, теплая – 2, очень мягкая – 3, мягкая – 4, умеренно мягкая – 5, умеренно холодная – 6, холодная – 7, холодная – 8, очень холодная – 9, умеренно суровая – 10, суровая – 11, очень суровая – 12, жестокая – 13, очень жестокая);
- снежность зимы (бесснежная – 1, очень малоснежная – 2, малоснежная – 3, умеренно снежная – 4, достаточно снежная – 5, очень снежная – 6);
- тепловое состояние лета (очень холодное – 1, холодное – 2, очень прохладное – 3, прохладное – 4, умеренно прохладное – 5, умеренно теплое – 6, теплое – 7, очень теплое – 8, умеренно жаркое – 9, жаркое – 10, очень жаркое – 11, знойное – 12, очень знойное – 13);

Наличие указанных переменных по каждому из районов позволяет осуществить их многомерную классификацию с выделением однородных территориальных образований с замкнутым контуром, соответствующим тому или иному типу климата.

Решить поставленную задачу позволяет последовательное применение факторного, кластерного и дискриминантного анализов. Объектами классификации служили административные районы, попадающие в межмеридианное пространство от 45 до 55 градусов восточной долготы от прибрежных районов Белого моря до прибрежных районов Каспийского моря.

Итак, в результате проведенной факторизации была устранена автокорреляция между признаками, получены главные компоненты (факторы), а полученные координаты объектов в системе факторов легли в основу предварительной классификации (кластеризации).

БАЗА МЕТАДАННЫХ – ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АНАЛИЗА ДЛИТЕЛЬНЫХ РЯДОВ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Цветков А.В.
ФГБУ «ГГО», Россия

С ростом объемов климатической информации, размещаемой на серверах и порталах Национальных и Мировых центров данных повышается значимость баз метаданных (история условий наблюдения) при построении оценок тенденций и изменчивости, обнаруживаемых в длительных временных рядах наблюдений.

В работе представлены результаты анализа рядов солнечной радиации Европы, включая ЕТР, а также рядов температуры воздуха, на основе архива Мирового центра радиационных данных (МЦРД) и ВНИИГМИ – МЦД.

Статистические выводы о характере трендов сформированы с учётом метаданных (истории наблюдений на станциях). Отсутствие базы метаданных может существенно влиять на оценки тенденций.

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА В СТРАТОСФЕРНОМ ПОЛЯРНОМ ВИХРЕ В АРКТИКЕ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Цветкова Н.Д., Варгин П.Н., Юшков В.А., Дорохов В.М.
Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета, Россия

Исследования эволюции озонового слоя под воздействием естественных и антропогенных факторов является важной задачей в изучении климата. Химическое разрушение озона, вызванное антропогенными факторами, наиболее заметно проявляется в Антарктике и Арктике внутри стратосферного полярного вихря (циклона) в зимне-весенний период.

Несмотря на некоторое снижение уровня озоноразрушающих веществ в стратосфере после 2000 г. вследствие действия Монреальского протокола, термический режим в Арктике с периодическим очень сильным охлаждением зимней полярной стратосферы по-прежнему приводит к значительным химическим потерям озона за счет более интенсивного образования полярных стратосферных облаков в «холодные» зимние сезоны (с устойчивым и хорошо изолированным стратосферным полярным вихрем).

Наблюдаемое и предполагаемое в ближайшие десятилетия увеличение концентраций парниковых газов в атмосфере, приводящее к росту температуры в тропосфере, одновременно вызывает снижение температуры стратосферы, которое влияет на восстановление озонового слоя: с одной стороны замедляя скорость разрушающих озон газофазных реакций в верхней стратосфере, с другой – может усиливать разрушение озона в ходе гетерогенных реакций на частицах полярных стратосферных облаков.

Сильная изменчивость метеорологических условий в стратосфере Арктики вследствие значительной межгодовой изменчивости активности планетарных волн приводит к заметной изменчивости суммарной за зимний сезон величины химических потерь общего содержания озона в стратосферном полярном вихре – от практически нулевых значений в наиболее «теплые» зимы (с высокой активностью планетарных волн и внезапными стратосферными потеплениями, например, в 1998/99 г.) до 30% и более в «холодные» зимы (1999/00, 2004/05, 2010/11 гг.).

С 2000 г. в Центральной аэрологической обсерватории проводится регулярный мониторинг химического разрушения озона в стратосферном полярном вихре в Арктике в зимне-весенний период на основе анализа данных баллонных измерений вертикального распределения озона (ВРО) на российской станции Салехард (67° с.ш., 67° в.д.), а также данных спутниковых измерений ВРО (SAGE III, MLS-AURA).

В докладе представлены результаты расчетов химических потерь озона (ХПО) с 2000 г. по 2011 год. Особое внимание в исследовании уделено анализу наиболее «холодного» за все последние годы зимне-весеннего сезона 2010/11 г. с устойчивым сильным и значительным по площади стратосферным полярным вихрем, сохранявшимся до середины апреля. В результате суммарная величина ХПО достигла за этот сезон рекордного для Арктики значения 150 единиц Добсона. Также проанализировано химическое разрушение озона в течение предыдущего «теплого» зимнего сезона 2009/2010 г., когда произошедшее в конце января сильное внезапное стратосферное потепление (ВСП) привело к значительному росту температуры полярной стратосферы, ослаблению полярного вихря и его смещению от полюса. В результате влияния сильного ВСП на термический режим стратосферы зимний сезон 2009/10 г. характеризуется достаточно низким значением ХПО – 57 единиц Добсона.

Представленные оценки ХПО согласуются с результатами, опубликованными ведущими зарубежными специалистами.

С использованием ежедневных глобальных данных реанализа НСЭП проанализирована изменчивость полярного вихря, температурного режима и зональной циркуляции, а также рассчитаны трехмерные векторы Пламба, с помощью которых исследована волновая активность в стратосфере и тропосфере средних и высоких широт Северного полушария в декабре-январе 2009/10 г. В тропосфере выявлены распространяющиеся на восток волновые цепочки (бароклинные волны), которые могли внести вклад в наблюдавшееся разделение стратосферного полярного вихря в нижней и средней стратосфере, произошедшее до наступления сильного ВСП в начале и конце декабря 2009 г. и середине января 2010 г.

КЛИМАТОЛОГИЯ И МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБЛАЧНОСТИ В АРКТИКЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Чернокульский А.В., Мохов И.И., Эзау И.Н.*

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук, Москва, Россия

***Центр по окружающей среде и дистанционному зондированию им. Нансена, Норвегия**

В данной работе проведен анализ пространственного распределения поля общей облачности в высоких широтах Северного полушария (полярнее 60° с.ш.) в зимний период по различным данным спутниковых и наземных наблюдений. На основе наземных наблюдений проанализирована межгодовая изменчивость зимней облачности в атлантическом секторе Арктики с оценкой её влияния на температурный режим. Выбор зимнего периода обусловлен максимальным радиационным эффектом, связанным с облачностью, в отдельных регионах Арктики облачно-радиационный форсинг (разность радиационных потоков между облачной и безоблачной атмосферой) достигает 100 Вт/м², чувствительность радиационных потоков оценивается в 1 Вт/м² к 1% изменения общего количества облаков. При этом до сих пор существует большая неопределенность в определении как количества облаков в Арктике, так и их межгодовой изменчивости.

Проведен сравнительный анализ 16 различных климатологий зимней облачности в Арктике, основанных на наземных и спутниковых наблюдениях и на данных реанализа. Показано, что в зимний период различные базы данных существенно различаются. Облака зимой покрывают от 55 до 72% Арктики по разным данным наблюдений (и от 47 до 93% по данным реанализа). Коэффициент пространственной корреляции различных данных наблюдений выше над океаном (0,7–0,95) и ниже над сушей (0,3–0,75). Для некоторых данных реанализа получена отрицательная пространственная корреляция с данными наблюдений. В целом, данные реанализа воспроизводят зимнюю облачность в Арктике неудовлетворительно и не могут быть использованы для анализа межгодовой изменчивости.

Анализ межгодовой изменчивости зимней облачности проведен по данным визуальных наблюдений за облачностью с российских и норвежских метеорологических станций с учетом степени освещенности Луной. Анализ проведен для разных регионов (безледная акватория Норвежского и Гренландского морей, покрытая льдом акватория Карского моря, «транзитная» зона Баренцева моря) и разных периодов (потепление первой трети и середины XX в., похолодание второй трети XX в., современное потепление). Наряду с анализом межгодовой изменчивости зимней облачности проанализировано её влияние на приповерхностную температуру воздуха в Арктике. Выявлены различия связи облачности и приповерхностной температуры.

Отмечено, что современное потепление характеризуется большей повторяемостью теплых и пасмурных дней, чем похолодание второй трети XX в., при этом во время раннего потепления XX в. пасмурных дней (как холодных, так и теплых) зимой было больше, чем в современном климате. Показано, что хотя связь облачности с температурой и варьируется как в пространстве, так и во времени, в целом температурный режим над открытой водой и в теплые периоды более чувствителен к изменению количества ясных дней, а температурный режим над льдом и в холодные периоды – к изменению количества пасмурных дней.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-05-00972-а и гранта Президента РФ МК-3259.2012.5.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕПЛОМ И ХОЛОДНОМ ПОЛУГОДИЯХ В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ

Чернышева Л.С., Платонова В.А., Карякина И.А.
Дальневосточный федеральный университет, Россия

Для использования долгосрочных оценок возможных климатических изменений в управлении различными сферами экономики такие оценки должны иметь достаточно дифференцированную пространственную и временную привязку. И в этой связи очевидна важность исследований региональных особенностей климатических изменений.

В начале XXI в. в целом по северному полушарию и в отдельных регионах отмечается тенденция понижения и сезонных, и средних за год температур, которая свидетельствует о присутствии в изменениях климата «мощной колебательной составляющей естественного происхождения» [3]. Однако существенных изменений вековых тенденций нынешнее похолодание, по данным [1], не повлекло.

Авторами представленной работы исследовалась динамика различных характеристик сезонных процессов в холодном и теплом полугодиях по некоторым станциям умеренной зоны Азии, имеющим непрерывные ряды наблюдений одинаковой длительности (1917–2010 гг.). В качестве характеристик сезонных процессов рассматривались продолжительность и термическая напряженность периодов с различным уровнем температур, даты их начала и окончания. Для полугодий в целом приоритетными были интегральные характеристики их термического режима (суммы отрицательных, положительных а также выше 10°C температур), наиболее востребованные при решении практических вопросов адаптации региональных экономик к возможным последствиям климатических изменений.

Определено, что в умеренной зоне Азии смена фаз потепления 20-40-летних циклов, присутствующих в рядах различных характеристик термического режима холодного полугодия, на фазы похолодания произошла в последнем десятилетии XX века. В центральной Сибири и во Владивостоке суммы отрицательных температур увеличиваются по абсолютной величине при уменьшении средних температур периода между датами перехода средних суточных температур через -10°C. На преобладающей части территории, кроме юго-востока (Владивосток), в динамике продолжительностей холодного полугодия либо присутствуют значимые положительные тренды, либо устойчивые тенденции изменений отсутствуют. При этом в ходе основных характеристик термического режима холодного полугодия (суммы отрицательных температур, средних температур различных сезонов, их продолжительностей) можно отметить противофазность среднепериодных колебаний в центре потепления (Иркутск) и на востоке территории (Благовещенск, Николаевск-на-Амуре, реке Поронайск и Владивосток) [2].

В теплом полугодии за весь исследуемый период (с 1917 по 2010 гг.) наиболее сходно вековые тенденции потепления проявлялись в суммах положительных температур и температур выше 10°C. Исключением является побережье (Владивосток, Николаевск-на-Амуре, Поронайск). В отличие от холодного полугодия и от данных [2], потепление, которое началось в 80-х гг., в теплом сезоне, кроме Николаевска-на-Амуре и Поронайска, продолжается и в последние десятилетия. В Иркутске этот период характеризуется самыми большими положительными экстремумами термических ресурсов теплого полугодия в целом и периода активной вегетации. На юге континентальной части Дальнего Востока положительная тенденция сформирована

уникальным пилообразным относительно линии тренда распределением погодичных значений сумм температур.

Т.о. внутригодовая структура потепления на рассматриваемой территории с начала нынешнего столетия изменилась. Если раньше, по результатам многих работ [2], здесь отмечался преобладающий рост зимних температур, то в последние десятилетия тенденция потепления более устойчиво проявляется в термических условиях теплого полугодия.

На фазах спада и подъема циклических колебаний сумм температур меняются закономерности чередования типов смежных полугодий. Если холодное и теплое полугодия разделить на три типа по грациям сумм температур, выявляется, что на фазах спада в колебаниях сумм температур последующего сезона любой тип исходного сезона с наибольшей вероятностью (до 80%) переходит к ситуации «норма и ниже нормы», а на фазах подъема – к ситуации «норма и выше нормы». Т.е. характер предстоящего полугодия практически не зависит от термических условий предшествующего, а в значительной мере определяется фазой 20-40-летних циклов в рядах сумм температур оцениваемого полугодия. Эта закономерность является общей для всей территории.

ИЗМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ТЕЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО ЦИКЛА

Чукин В.В., Кузьминых Е.В.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия

История наблюдений за солнечной активностью начинается в середине XVIII века с работ Г.Швабе и Р.Вольфа, а исследования по оценке влияния солнечной активности на погоду и климат планеты начались с работы У.Гершеля еще в начале XIX века. Наиболее ярким примером обнаруженной солнечно-земной связи является работа Г.Свенсмарка, показывающая высокую корреляцию потока галактических космических лучей и количества облаков нижнего яруса. Однако, корреляционный анализ не позволяет в полной мере оценить наличие солнечно-земных связей и их природу. В данной работе мы используем математический аппарат фрактального анализа временных рядов.

Суть предлагаемого подхода заключается в оценке фрактальной размерности временных рядов среднемесячных значений, соответствующих периодам минимальной или максимальной солнечной активности, с помощью R/S-метода.

В результате проведенного фрактального анализа временного ряда чисел Вольфа, характеризующих солнечную активность, обнаружена их сильная корреляция со значениями фрактальной размерности. Это свидетельствует о том, что временной ряд среднемесячных значений чисел Вольфа хорошо отражает структуру динамических процессов на Солнце и может быть использован для проведения сопоставлений с характеристиками атмосферных параметров.

Рассчитанные значения фрактальных размерностей временных рядов глобальной приземной температуры и влагосодержания атмосферы, полученных по данным ISCCP, показали, что периодам минимума солнечной активности соответствуют большие значения их фрактальных размерностей, и наоборот. Это свидетельствует о том, что при низкой солнечной активности поведение климатической системы более устойчивое, а при повышении активности поведение климатической системы становится более хаотическим.

Не обнаружено ярко выраженной взаимосвязи между динамическими параметрами солнечной активности и динамикой изменчивости общего количества облаков. Однако, если рассматривать облака нижнего яруса (дающие осадки), то такая взаимосвязь есть и она находится в противофазе с динамикой солнечной активности.

Важным результатом является обнаруженное отсутствие явной связи между солнечной активностью и изменениями динамических параметров солнечной постоянной, в то время как такая связь с динамическими свойствами чисел Вольфа, приземной температуры и влагосодержания атмосферы была обнаружена. Следовательно, мы можем выдвинуть гипотезу, согласно которой солнечная постоянная не является фактором влияния солнечной активности на климатическую систему Земли.

Подводя итог можно сказать, что использование фрактального анализа позволяет получать принципиально новую информацию о динамических свойствах солнечных и климатических процессов. Дальнейшие исследования должны быть направлены в первую очередь на проверку выдвинутой гипотезы и ее уточнение, для чего необходимо расширить длину рядов используемых данных, а также проанализировать фрактальные размерности других параметров атмосферы.

ВОЛНА ТЕПЛА В ИЮЛЕ–АВГУСТЕ 2010 Г. НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

Шевченко О.Г., Снежко С.И.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

На протяжении последнего десятилетия волны тепла и их негативные последствия привлекают все больше внимания ученых всего мира. Для этого существует как минимум несколько серьезных причин. Во-первых, волны тепла (ВТ) приводят к значительным человеческим жертвам на территориях, где они наблюдаются. Во-вторых, ВТ являются причиной снижения урожая сельскохозяйственных культур и повышают риск возникновения лесных пожаров, что влечет за собой значительные убытки в народном хозяйстве. В-третьих, на протяжении последнего десятилетия волны тепла наблюдаются все чаще во всех регионах нашей планеты. Очень мощные их проявления наблюдались в Центральной Европе в июле–августе 2003 г., в июне–июле 2006 г. и в западной части России в июле–августе 2010 г. Украина непосредственно граничит с Россией на востоке и северо-востоке, поэтому довольно частыми являются ситуации, когда одинаковые погодные условия могут наблюдаться в восточных регионах Украины и в западной части России. Не стала исключением и волна тепла летом 2010 г., которая проявлялась на этих территориях.

На сегодня не существует единого определения явления волны тепла, поэтому при их исследовании прежде всего нужно решить проблемы методического характера. Нами в качестве критерия определения ВТ были использованы рекомендации ВМО. Согласно им, волной тепла считается период, в течение которого максимальная температура воздуха на протяжении 5 или более последовательных дней превышает среднюю максимальную температуру для данного дня за нормальный период (1961–1990 гг.) более чем на 5°C.

Для проведения исследования мы выбрали 13 метеостанций (Луганск, Киев, Львов, Лубны, Харьков, Измаил, Одесса, Ужгород, Винница, Симферополь, Керчь, Геническ, Черновцы), которые расположены в разных частях Украины (включая полуостров Крым). Были использованы данные о максимальной суточной температуре за июль–август за период 1911–2010 гг. Первым этапом исследования был расчёт средних максимальных температур для каждого дня летнего периода, а затем отбор всех случаев ВТ. За столетний период было обнаружено 305 случаев ВТ. Максимальное их количество – 43 и 41 наблюдалось в Харькове и Луганске, минимальное – 4 и 8 – в Геническе и Керчи (обе станции расположены на берегу моря). Анализ временной динамики количества случаев ВТ за столетний период показал, что для станций Измаил, Ужгород, Черновцы, Луганск, Симферополь, Харьков и Винница частота проявления этого метеорологического феномена в последние десятилетие (2001–2010 г.) была самой высокой, самая низкая частота для всех станций наблюдалась в 1961–1980 гг. (на станциях Измаил, Геническ, Одесса в этот период вообще не было зафиксировано ни одной ВТ).

Волна тепла в июле–августе 2010 г. была зафиксирована на станциях Луганск, Харьков, Киев, Керчь, Винница, Лубны, Симферополь, Измаил, Одесса – то есть над центральными, восточными и юго-восточными регионами территории Украины. Для многих из этих станций ВТ 2010 г. была самой длительной и мощной (в температурном эквиваленте) за столетний период. Средняя длительность волн тепла в 1911–2010 гг. на данных станциях составляла от 7,2 до 8,9 дня, но ВТ в июле–августе 2010 г. на отдельных станциях длилась 24 и 20 дней (Луганск и Харьков). При этом следует отметить, что на отдельных станциях (например, Киев, Лубны, Харьков, Винница) во время

этой длительной и мощной ВТ температура на несколько дней опускалась ниже пятиградусного превышения максимальной температуры за нормальный период. В то время, как в эпицентре ВТ в России наблюдалась одна очень длительная волна тепла, то здесь она была разделена краткосрочными понижениями температуры на две и даже на три отдельные ВТ. Если бы не было этих коротких периодов незначительного понижения температуры, то на отдельных станциях длительность данной ВТ превышала бы 30 дней. На разных станциях начало летней ВТ 2010-го г. варьируется в интервале приблизительно 10 дней, но на всех станциях она закончилась с 16 по 18 августа, когда произошла смена синоптической ситуации.

С целью характеристики мощности (интенсивности) волны тепла довольно часто используется показатель – суммарная максимальная температура (T_{MAX}) во время отдельно взятой ВТ. Как правило, суммарная T_{MAX} рассчитывается как сумма разниц между максимальной температурой воздуха и определенным пороговым значением, которое зависит от определения ВТ (в нашем случае это увеличенная на 5°C средняя максимальная температура воздуха для каждого отдельного дня за период 1961–1990 гг.). По показателю суммарной T_{MAX} ВТ летом 2010 г. была самой мощной за последнее столетие для станций Киев (108,6°C), Харьков (117,0°C), Лубны (103,2°C), Одесса (46,4°C), Луганск (127,8°C), Керчь (35,3°C) и Симферополь (70,7°C).

Проведенные исследования показали, что волна тепла в июле–августе 2010 г. наблюдалась в центральной, восточной и юго-восточной части территории Украины. Для станций этого региона – это была самая мощная и длительная ВТ за период 1911–2010 г. Длительность и мощность этого атмосферного явления увеличивалась для станций расположенных на востоке страны – в Луганске и Харькове ВТ наблюдалась 24 и 20 дней соответственно и характеризовалась суммарной T_{MAX} 127,8°C и 117,0°C.

СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВОГРУНТОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ РОССИИ

Шерстюков А.Б.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Россия

В зоне многолетней мерзлоты изменения наземного климата оказывают влияние на состояние почвогрунтов и могут сопровождаться негативными последствиями для зданий и инженерно-технических сооружений, включая трубопроводы, мосты, дороги. Сооружения в этой зоне построены на мерзлых почвогрунтах, прочностные свойства которых зависят от их термического состояния.

Для исследования проблемы:

1. Подготовлен массив суточных значений температуры почвы на глубинах до 320 см по метеорологическим станциям Российской Федерации. Период наблюдений на станциях различен, самый ранний год в массиве 1963, заканчивается текущая версия массива в 2008 году.

В массиве содержится температура почвы под естественным покровом на глубинах 2, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 240, 320 см по 431 станции международного обмена.

При создании массива проводился контроль качества исходных данных.

2. На основе подготовленного массива исследованы изменения состояния почвогрунтов за последние четыре десятилетия:

А) рассмотрено изменение среднегодовой температуры почвогрунтов на глубинах и показано потепление почвогрунтов на обширной территории за период 1965–2006 гг., при этом наибольшие тренды (0,2–0,4°C/10 лет) повышения среднегодовой температуры на глубине 320 см обнаружены на территории южной половины Сибири. Известно, что процесс сезонного протаивания осуществляется исключительно в теплый сезон.

Выполнен анализ трендов температуры почвогрунтов на глубинах 80, 160 и 320 см в теплый сезон. Он показал, что наибольшее потепление почвогрунтов в теплый сезон наблюдается в Сибири и составляет (0,4–0,6°C/10лет). На глубине 80 и 160 см тренды температуры почвогрунтов 0,5–0,6°C/10 лет встречаются на станциях в южной половине Сибири и в средней Сибири, а на глубине 320 см тренды с большими значениями (0,5–0,6°C/10лет) встречаются только на станциях южной части Восточной Сибири, в районе Ангары, Предбайкалья и Забайкалья.

Таким образом, показано наличие благоприятных условий для увеличения глубины сезонного протаивания в зоне многолетней мерзлоты.

Б) рассмотрено изменение глубины сезонного протаивания почвогрунтов.

Представлены изменения глубины сезонного протаивания по населенным пунктам Сибири, уязвимым с точки зрения увеличения глубины сезонного протаивания.

В Жиганске глубина сезонного протаивания в 1965–1969 гг. была около 210 см, к 2001–2005 гг. увеличилась примерно на 60 см, в настоящее время – около 270 см и достигает оснований фундаментов тех зданий и сооружений, которые были построены ранее. Это способствует увеличению числа случаев просадок фундаментов.

В Верхоянске изменения глубины сезонного протаивания увеличилась приблизительно на 40 см. Такое увеличение также способствует значительному уменьшению устойчивости зданий и сооружений, построенных ранее.

В Норильске глубина сезонного протаивания увеличилась за период 2001–2005 гг., по сравнению с периодом 1977–1981 гг., примерно на 80 см. Увеличение количества зданий в Норильске, получивших различного рода повреждения из-за неравномерных просадок фундаментов за рассматриваемый период, отмечено в различных работах.

Следствием изменения климата является общая тенденция увеличения глубины сезонного протаивания почвогрунтов в Сибири. Климатообусловленное увеличение глубины протаивания многолетнемерзлых почвогрунтов в основаниях зданий и сооружений создает деформации фундаментов и надфундаментных строений и их последующее разрушение. В отдельных населенных пунктах от 10 до 80% зданий находится в опасном состоянии.

При эксплуатации старых и строительстве новых сооружений необходимы оценки тенденций глубины сезонного протаивания с учетом современных и будущих изменений климата, а также разработка новых строительных норм и правил.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 11-05-00691).

ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА

Шерстюков Б.Г.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Россия

На основе данных наблюдений за температурой воздуха по глобальной сети метеорологических станций и температуры поверхности мирового океана (ТПО) в узлах географической сетки за длительный ряд лет выполнен анализ изменений климата и исследованы возможные факторы этих изменений.

Исследования проводились с привлечением данных, характеризующих особенности некоторых долгопериодных процессов в климатической системе и за ее пределами, которые могут сопровождаться изменениями (колебаниями) климата разного временного масштаба. Выделение и оценка того или иного фактора изменений температуры воздуха проводились с помощью спланированных статистических экспериментов на основе специальных выборок данных из временных рядов.

По данным наблюдений подтверждено усиление парникового эффекта от CO₂ в последние десятилетия, но вклад этого эффекта в изменение температуры воздуха составил около 25%. Несоответствие с модельными оценками и выводами международной группы экспертов объясняется несовершенством существующих глобальных моделей климата.

Показана важная роль океанических процессов в долгопериодных колебаниях ТПО и температуры воздуха над континентами. Предложен индекс инерционности, характеризующий изменение во времени демпфирующего влияния океана на колебания климата над континентами. Океан всегда оказывает стабилизирующее действие на любые изменения в атмосфере, включая потепление, связанное с усилением парникового эффекта, и другие внешние факторы. Но интенсивность такого демпфирующего действия океана за последние более ста лет ослабевала, а интенсивность потепления усиливалась. Учитывая малую количественную оценку вклада CO₂ в изменения климата, делается вывод о существенном вкладе естественных факторов в современные изменения (колебания) климата.

Ослабление демпфирующего действия океана привело также к росту экстремальности климата в средних и высоких широтах северного полушария. Такой вывод получен на основе сравнения трендов индекса инерционности на метеорологических станциях северного полушария и трендов индекса экстремальности среднегодовой температуры на них. Рассматриваются возможные причины ослабления демпфирующего влияния океана.

Корреляционный анализ колебаний температуры воздуха над континентами и ТПО показал, что температурные изменения над континентами имеют наилучшую корреляцию с колебаниями ТПО в районах пересечения океанических течений с подводными хребтами, включая очень отдаленные районы. В этих же районах океана обнаружена наилучшая корреляция изменений ТПО с изменениями скорости осевого вращения Земли.

Обнаружены синхронные долгопериодные изменения сезонных аномалий в северо-южном ускорении орбитального движения Земли, в аномалиях ТПО и температуры воздуха над континентами.

Глобальный анализ региональных особенностей обнаруженных явлений и дальних связей

позволил сделать вывод о решающей роли изменений общей циркуляции атмосферы в перераспределении тепла между различными регионами и между океаном и атмосферой, которые проявляются в изменениях (колебаниях) температуры воздуха. Зависимости рассмотренных характеристик от аномалий в осевом и орбитальном движении Земли приводит к убеждению о необходимости более тщательных дальнейших исследований астрономических факторов возмущений в океане и в общей циркуляции атмосферы, которые сопровождаются колебаниями климата разного временного масштаба в пределах XX века и начала XXI.

С учетом полученных результатов и дальнейших исследований на основе эмпирических данных полезно совершенствовать глобальные физико-математические модели климата, без которых невозможно глубокое понимание взаимодействия всех процессов в климатической системе и невозможен прогноз изменений климата на далекую перспективу.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА

Шкаберда О.А., Василевская Л.Н., Ламаш Б.Е.
Дальневосточный федеральный университет, Россия

Наука впервые столкнулась с проблемой прогноза грядущих изменений состояния природной среды. Важен ответ на вопрос: как будут происходить эти изменения – постепенно, с примерно одинаковой скоростью – так называемая линейная модель, или же возможен некий качественный «скачок» в скорости этих изменений. Второй вариант является катастрофическим, с ним связаны резкие, быстрые изменения условий природной среды, которые нам известны как природные катаклизмы. Исследование изменчивости температуры базируется на современной концепции климата как статистического ансамбля состояний, проходимых системой атмосфера-океан-суша за периоды в несколько десятилетий. Поскольку полуостров Камчатка глубоко выдается в Мировой океан, то климатические изменения на нем отражают состояние этой системы.

Целью данной работы явилось исследование особенностей пространственно-временного распределения и изменения температуры воздуха на полуострове Камчатка за 1951–2009 гг. Для этого были использованы среднемесячные температуры воздуха десяти реперных метеорологических станций полуострова Камчатки, предоставленные сотрудниками Камчатского УГМС.

Исследования были проведены для каждого из 6 климатических районов полуострова, и по шести естественным синоптическим сезонам (весна, лето, осень – теплый период; предзимье, 1-я половина зимы, 2-я половина зимы – холодный период).

Анализ многолетнего хода температуры воздуха за три сезона холодного периода показал, что температура на полуострове Камчатка в среднем повысилась за исследуемый период на 1–2°C, причем более всего на восточном побережье – на 2,6°C, а менее всего на юге полуострова – около 1°C. Наибольший вклад в потепление холодного периода на всей территории Камчатки вносят предзимье и вторая половина зимы, первая же половина зимы стала немного теплее (на 0,5–1,0°C).

За теплое полугодие температура увеличилась на 0,8°C, и более всего в районах горном и долине р. Камчатка – на 1,6°C. Менее – в южном, восточном и западном – на 0,8°C. Наибольший вклад в изменение температуры вносит сезон весны, когда произошло увеличение температуры на 1,6°C. Температура летнего сезона осталась без изменения, а в осенний сезон в районах горном и долине р. Камчатка температура даже уменьшилась на 0,6°C.

Динамика сезонных температур показала, что в среднем с 80-х годов 20 столетия отмечается теплая эпоха. Следует отметить, что потепление на полуострове Камчатка произошло в большей мере за счет холодного полугодия и лучше выражено на восточном побережье, а менее всего – на юге.

На всех без исключения станциях Камчатки среднегодовая температура обнаруживает положительный тренд, это позволяет осреднить температуру на исследуемых станциях. Естественно, что средняя по Камчатке температура характеризуется положительным линейным трендом, статистическая значимость которого по критерию Стьюдента составляет 5,6, т.е. тренд статистически значим. Самые холодные по рангу 5 лет это: 1964, 1953, 1958, 1967 и 1954 годы, а самые теплые: 1996, 1997, 2008, 2003 и 2005 годы.

Скорость повышения температуры на протяжении 60-ти последних лет в среднем составила 0,2°C за 10 лет, причем, начиная с 1970-х годов она увеличилась до 0,4°C за 10 лет, а внутри этого 40-летнего периода быстрее всего температура повышалась в первые 20 лет – 0,6°C за 10 лет.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Глобальные климатические изменения последних десятилетий, сказывается на различных агроклиматических показателях: характеристиках вегетационных периодов, биоклиматическом потенциале, гидротермическом коэффициенте, дискриминантной функции и др. Некоторые из перечисленных показателей использовались для районирования территории Пермского края.

Были проанализированы пространственные особенности характеристик вегетационных периодов и выявлены их долговременные колебания, а также суммы активных температур, режим увлажнения, продолжительность беззаморозкового периода и др. Оценка условий вегетационных периодов в Пермском крае за 40 лет (1970–2009 гг.) показала, что общая тенденция изменений сумм активных температур сохранилась и в начале 21 века. По этой характеристике на территории Пермского края были выделены 3 района: северный, где повышение сумм активных температур с 2000 г. по 2009 г. сохранилось и составило 13–20°C/10 лет; юго-восточный, в котором наметилась тенденция уменьшения сумм активных температур в период с 2000 г. по 2009 г, и юго-западный в котором возросла положительная тенденция увеличения сумм активных температур с 5°C/10 лет до 15°C/10 лет.

Режим увлажнения территории оценивался по гидротермическому коэффициенту Селянинова. За вегетационные периоды 2000–2009 гг. эти коэффициенты характеризуют условия северной и юго-восточной частей Пермского края как избыточно-влажные (ГТК>1,6) и влажные (ГТК=1,3-1,6), а юго-западной части – как влажные (ГТК=1,3-1,6) и слабо засушливые (ГТК=1,0-1,2). В отдельные годы эта закономерность может нарушаться.

Тенденции изменения термических условий северной и юго-западной частей Пермского края несколько сближаются. В юго-западной части слабо засушливые и засушливые условия наблюдались в 30% рассматриваемого периода (2000–2009 гг.), что в сочетании с уменьшением весенних запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы ухудшает условия произрастания яровых зерновых культур. Это подтверждается и тем, что климатический индекс биологической продуктивности в южной части территории Пермского края имеет отрицательную тенденцию к концу исследуемого периода.

Продолжительность беззаморозкового периода в воздухе (и на почве) составляет: в северной части территории 100–117 дней (55–109 дней), в центральной части – 102–136 (86–119) дней, в юго-западной части – 117–157 (102–128) дней, в юго-восточной – 89–123 (87–119) дней. Таким образом, эта характеристика увеличивается с севера на юго-запад и несколько уменьшается в юго-восточном направлении. Учитывая, что всходы яровой пшеницы в период 2000–2009 гг. появлялись 16–26 мая, в северных и юго-восточных районах Пермского края возможно повреждение посевов заморозками. Таким образом, необходима корректировка сроков сева с учетом прогноза дат окончания весенних заморозков.

Из неблагоприятных явлений вегетационных периодов в 2000–2009 гг. наиболее часто наблюдалось полегание посевов, вызванное сильными ливнями и переувлажнением почвы. В север-

ной части территории Пермского края полегание охватывало до 10% площади посевов яровой пшеницы, в юго-восточной части – до 20%.

Тенденции линейных трендов климатической составляющей изменчивости урожаев яровой пшеницы позволяют разделить территорию Пермского края на 2 части: крайняя южная с положительными тенденциями и вся остальная территория – с отрицательными коэффициентами линейных трендов. Таким образом, происходит постепенное расширение зоны наиболее неустойчивых урожаев.

Исследовались вариации продолжительности вегетационного периода и сумм активных температур в течение XX столетия. Полученные ряды использовались для выявления долговременных колебания найденных агроклиматических характеристик. Были выявлены достаточно длительные циклы уменьшения продолжительности вегетационного периода: с начала прошедшего столетия до 1915 г.; с 1930 г. по 1942 г.; с 1952 г. по 1962 г.; с 1978 г. по 1984 г. Следует отметить, что уменьшение продолжительности вегетационного периода во втором и четвертом циклах проходило достаточно быстро, по сравнению с его последующим ростом. На фоне таких изменений выявлялся общий незначительный тренд на увеличение продолжительности вегетационного периода, которое составило около 5 дней за 100 лет. Суммы активных температур за последние 100 лет изменялись незначительно, что подтверждается небольшим положительным трендом. Кроме того, средняя суточная температура за вегетационный период в последние 50 лет даже снизилась.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант р_урал_а, № 10-05-96067.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ЭФТРОФИКАЦИИ ВОДОТОКОВ

Шлычков А.П., Минакова Е.А.*, Латыпова В.З.*

Казанский государственный энергетический университет, Россия

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Избыточное попадание биогенных элементов в водоемы, поступающих от сельскохозяйственных, промышленных, бытовых и прочих источников существенным образом нарушает сложившиеся геохимические циклы этих элементов, приводит к росту первичного продуцирования и активизации процессов эфтрофикации, которая влечет за собой изменения в структуре и функционировании всей водной экосистемы и нарушение ее стабильности. Поэтому в условиях изменения климата, как на глобальном, так и региональном уровнях важен учет влияния метеорологических факторов влаго- и теплопереноса на поверхностный сток биогенных веществ.

Значительным биосферным преобразованиям подвержены биогеохимические циклы фосфора и азота – важных биогенных элементов, определяющих продуктивность и структурно-функциональную организацию экосистем. Одним из существенных видов антропогенного вмешательства в круговорот биогенных элементов стало применение минеральных удобрений, в частности, использование азот- и фосфорсодержащих минеральных удобрений, что вносит коррективы в исторически сложившиеся циклы этих элементов в биосфере. При этом наибольшая часть азотных (34–60%) и значительная часть фосфорных (9–25%) удобрений поступает в водоемы с сельскохозяйственных земель, а величина стока определяется запасом биогенных элементов в почве и физико-географическими особенностями регионов. Лишь часть биогенных элементов в составе минеральных удобрений остается в наземном круговороте, другая часть, попадая с поверхностным стоком в поверхностные воды, ускоряет продукцию автохтонного органического вещества в водоемах и развитие глобального процесса антропогенного эвтрофирования водоемов, что влечет за собой существенные нарушения в функционировании гидроэкосистем.

В настоящей работе приведены результаты исследования влияния метеорологических величин на формирование уровня загрязнения водного объекта биогенами (фосфором и азотом), поступающими с поверхностным стоком с аграрно-освоенных территорий.

В качестве объекта исследования выбрана р. Казанка с питающими ее притоками. Река испытывает, главным образом, агротехногенную нагрузку: большая часть территории водосбора занята пашней – 72%, леса занимают 13%, луга – 5%.

Проведенный анализ государственной статистической отчетности об использовании воды по форме 2 – тп (водхоз) показывает, что в бассейн р. Казанки поступают сбросы около восьмидесяти объектов экономики. Кроме того, на водосборе реки расположено 49 сельскохозяйственных объектов экономики. В процессе исследования установлено, что вклад организованных источников загрязнения в формирование качества речной воды в фоновых и замыкающих створах не превышает 7%.

Выполнен анализ:

– природно-обусловленных факторов внешнего влияния на качество речной воды – гидрометеорологические и гидрологические величины (средние годовые значения стока воды (V), температура воздуха (Т), сумма атмосферных осадков (Ra) по бассейну реки и данные о минеральном составе атмосферных выпадений);

– параметров антропогенной нагрузки на водосбор – средняя масса ежегодно вносимых минеральных фосфор- (SP) – и азотсодержащих (Sn) удобрений;

– параметров выноса биогенных элементов с поверхностным стоком в воду р. Казанки – среднегодовые и средние за период наблюдения концентрации соединений биогенных элементов фосфора и азота и кратность превышения нормативов качества воды исследуемой реки.

В качестве критерия качества речной воды использовали величины предельно допустимых концентраций (ПДК) ионов азотной группы для рыбохозяйственных водоемов и значения предельно допустимых уровней содержания фосфора (общего) в поверхностных водах.

Установлено, что к числу факторов, влияющих на изменчивость концентрации соединений фосфора и азота в речной воде, относятся как масса внесения фосфорных (Sp) и азотных (Sn) минеральных удобрений на 1 га пашни водосбора р. Казанки, так и плотность выпадения их соединений в составе региональных атмосферных осадков.

Использование данного подхода к бассейнам рек на территории Российской Федерации позволит корректировать величины ПДН, оцененные с позиций благополучия агроэкосистем, что будет способствовать не только повышению урожайности сельскохозяйственных культур и рациональному использованию дорогостоящих минеральных удобрений, но и минимизации загрязнения речных вод и созданию оптимальных условий для использования водных ресурсов объектами экономики.

Список использованных источников:

1. Мелешко В.П., Голицын Г.С., Малевский-Малевич С.П., Мохов И.И. и др. Возможные антропогенные изменения климата России в XXI веке: оценки по ансамблю климатических моделей // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 38–49.
2. Переведенцев Ю.П. Климат Казани и его изменения в современный период. – Казань: КГУ, 2006 г. – 215 с.
3. Латыпова В.З., Селивановская С.Ю., Степанова Н.Ю., Минакова Е.А. Развитие биогеохимических подходов к экологическому нормированию химической нагрузки на природные среды // Ученые записки Казанского государственного университета, том 147, кн. 1, С. 159 – 170.
4. Латыпова В.З., Яковлева О.Г., Минакова Е.А., Семанов Д.А. Роль метеорологических факторов в загрязнении малых рек // Экологическая химия 2001. 10 (2). - Санкт-Петербург - С. 115 - 123.
5. Шлычков А.П., Игонин Е.И., Минакова Е.А. Влияние организованных сбросов и диффузных источников на уровень загрязнения речной воды // Проблемы управления качеством окружающей среды. Сборник докладов V Международной научно-практической конференции. - М.: Изд-во Прима-Пресс-М, 2001. С. 148-151
6. Минакова Е.А., Латыпова В.З., Переведенцев Ю.П. Подходы к региональному нормированию нагрузки фосфор - и азотсодержащих минеральных удобрений на водосборную площадь реки // Безопасность жизнедеятельности. - Москва, 2003, № 12. - С. 36 - 40.
10. Минакова Е.А., Латыпова В.З., Степанова Н.Ю. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок на водные экосистемы // Экологический консалтинг № 4 (16), Казань, С. 3-10, 2004 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ

Акимов Л.М.
Воронежский государственный университет, Россия

Огромное число вредных веществ находится в воздухе, которым мы дышим. Все эти загрязнения, находящиеся в воздухе, оказывают биологическое воздействие на человека: затрудняется дыхание, осложняется и может принять опасный характер течение сердечно-сосудистых заболеваний. К основным загрязнителям атмосферы, которых по данным ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), ежегодно выделяется до 25 млрд т, относят и частицы пыли – 200 млн. т/год.

По информации ГУ «Воронежский ЦГМС» индекс суммарного загрязнения воздуха Воронежа, рассчитанный по 17 ингредиентам, в 2009 г. увеличился по отношению к 2008 г. и составил 10,9. Увеличение концентраций загрязняющих веществ наблюдалось по пыли, окиси азота, формальдегида в районе промышленного узла ТЭЦ-1, ОАО «Воронежсинтезкаучук» (ПНЗ №7, ул. Лебедева, 2). В результате анализа проб атмосферного воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдения и пяти маршрутных точках, превышение максимально-разовых концентраций в воздухе города достигали по пыли – 4,4 ПДК, по оксиду углерода – 2,8 ПДК, по диоксиду азота – 1,3 ПДК, по формальдегиду – 1,2 ПДК. Наибольшее увеличение средних концентраций загрязняющих веществ, в приземном слое атмосферы, наблюдалось в теплый период года [20].

Анализ среднего многолетнего хода концентрации пыли в Воронеже за период с 1986 по 2010 годы позволил выявить резкое увеличение концентрации пыли с 1994 года. Причина увеличения концентрации пыли объясняется увеличением объемов строительства в Воронеже, вырубкой зеленых насаждений и нарушением верхнего слоя почвы, что способствует росту концентрации взвешенных частиц в атмосфере.

С целью оценки влияния метеорологических параметров на уровень запыленности, проведен корреляционный анализ между концентрациями антропогенных примесей за период с 1986 по 2007 годы и различными метеорологическими параметрами за аналогичный период.

Установлено, что наиболее тесная связь между концентрацией пыли и метеорологическими параметрами наблюдается с температурой (0,79), относительной влажностью воздуха (-0,75), скоростью ветра (-0,75), облачностью (-0,77 и -0,76), а также туманом (-0,69). Следует отметить, что знак корреляционных связей, между концентрацией пыли и исследуемыми параметрами – отрицательный, за исключением температуры, у которой знак связи положительный. Повышение температуры способствует увеличению конвективных (вертикальных) движений воздуха а, следовательно, и подъему пыли с поверхности земли и увеличению ее концентрации. Увеличение облачности препятствует поступлению прямой солнечной радиации к поверхности почвы и ее прогреву, соответственно, в пасмурную погоду содержание пыли в воздухе меньше, чем в ясную погоду. Влажный воздух способствует оседанию пыли в приземном слое атмосферы, чем больше относительная влажность воздуха, тем меньше концентрация пыли.

Анализ корреляционных связей между загрязняющими веществами в атмосферном воздухе и явлениями погоды: туманом и грозой, проводился в дни, когда отмечались эти явления. Число случаев с туманами составила 224 дня, а грозой 191.

Меньшая величина корреляционной связи между концентрацией пыли и количеством дней с туманом, а также ее отрицательный знак (-0,69), по сравнению с предыдущими параметрами, свидетельствует об интегральном влиянии различных метеорологических параметров наблюдаемых при тумане на концентрацию пыли. Слой тумана, надо рассматривать, как слой облаков с большой влажностью воздуха у поверхности земли, препятствующих ее прогреву и способствующий уменьшению концентрации пыли у земли. В тоже время, слабый ветер (0-3м/с) наблюдаемый при тумане увеличивает ее концентрацию в приземном слое атмосферы. В результате анализа комплексного взаимодействия между собой различных метеорологических параметров в тумане, отмечено понижение концентрации пыли у земной поверхности.

Особый интерес представляет анализ положительной связи концентрации пыли с такими явлениями погоды, как гроза и осадки. На первый взгляд, выпадение осадков и наличие грозы, свидетельствующие о наличии кучево-дождевой облачности с ливневыми осадками должны способствовать уменьшению концентрации пыли у поверхности земли и определять отрицательный знак корреляционной связи. Положительный знак и умеренная величина корреляционной связи с осадками (0,46) и грозой (0,52), свидетельствуют о доминирующей роли восходящих движений воздуха, которые способствуют значительному увеличению концентрации пыли, перед началом рассматриваемых явлений погоды. Нисходящие движения воздуха, которые наблюдаются во время рассматриваемых явлений погоды, уменьшают величину корреляционной связи.

Данное положение свидетельствует о необходимости совершенствования методики наблюдения за концентрацией пыли в приземном слое воздуха. Необходимо проводить анализ концентрации пыли до начала, во время и после прохождения указанных явлений погоды.

Список использованных источников:

1. О состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2009 г.: доклад / Управление по охране окружающей среды администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. – 78 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛА В ВОДЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Андреев Ю.А., Морозова В.Е.
ФГБУ «ГХИ», Россия

Производные фенола очень широко используются практически во всех областях промышленности: в производстве лаков и красок, синтетических смол, пластификаторов, поверхностно-активных и дубильных веществ, ядохимикатов, стабилизаторов, антисептиков и др., что является причиной их высокого содержания в окружающей среде по сравнению с другими распространёнными классами приоритетных органических загрязнителей. Широкое применение получили хлорпроизводные фенола благодаря их биоцидным свойствам: 2,4-дихлорфенол – промежуточный продукт при промышленном производстве гербицида 2,4-Д и родственных ему пестицидов; пентахлорфенол используется в составе препаратов для консервации древесины; 2,4,5-трихлорфенол является фунгицидом, а 2,4,6-трихлорфенол – антисептиком. Хлорпроизводные фенола – токсичные вещества, которые образуются также и при хлорировании воды с целью её обеззараживания. Содержание хлорированных фенолов в воде нормируется и на некоторые вещества установлены нормативы предельно-допустимых концентраций (ПДК). Главная опасность полихлорфенолов для окружающей среды и человека состоит в том, что при конденсации двух любых молекул полихлорфенолов возможно образование чрезвычайно токсичных ксенобиотиков – полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов, ПДК которых в 105-106 раз меньше, чем исходных веществ.

Наиболее распространённый метод определения «фенольного индекса» не позволяет проводить анализ природных вод ввиду его низкой чувствительности. Учитывая тот факт, что токсичность и величина норматива ПДК для различных веществ группы хлорпроизводных фенола различаются в несколько раз, необходимо использование методов раздельного определения столь низких концентраций, которое возможно лишь хроматографическими методами. Газохроматографический анализ с селективным электрозахватным детектором (ЭЗД) свободных полихлорфенолов возможен, но осложняется размытием пиков соответствующих веществ вследствие их высокой полярности, в связи с чем не по всем веществам достигаются необходимые низкие уровни предела определения. В этом случае для улучшения хроматографических характеристик и увеличения чувствительности определения применяют дериватизацию – получение различных производных фенолов с лучшими хроматографическими свойствами производных, например, по гидроксильной группе.

Наиболее чувствительными и простыми в исполнении являются методы газовой хроматографии с ЭЗД после дериватизации ангидридом уксусной кислоты. Образование ацетатов происходит в водной среде, эфиры более летучи и имеют лучшие хроматографические характеристики по сравнению со свободными полихлорфенолами.

Однако методы хроматографического определения с дериватизацией ангидридом уксусной кислоты сильно ограничены в применении на практике, так как последний включён в список прекурсоров и его использование подлежит строгому контролю, что накладывает непреодолимые препятствия на практическое использование таких методов анализа.

Одним из возможных аналогичных дериватирующих агентов является ангидрид монохлоруксусной кислоты, который с полихлорфенолами образует схожие устойчивые эфиры. Авторами разработана схема анализа и предложен вариант определения хлорированных фенолов, отличающийся более низкими пределами обнаружения (ниже ПДК) по сравнению с предыдущей методикой, что чрезвычайно важно при мониторинге хлорсодержащих токсикантов. Предлагаемая методика хроматографического определения полихлорфенолов с дериватизацией ангидридом монохлоруксусной кислоты метрологически аттестована и подготовлен проект руководящего документа для утверждения.

По результатам работы подготовлен проект альтернативной методики определения хлорированных фенолов с доступным дериватирующим агентом хроматографическим методом с ЭЗД при концентрациях ниже установленных ПДК.

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (СОЗ) НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОГО РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДЗЕРЖИНСКА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Андриянова Н.В.*, Бахметьев Р.Г., Волкова Е.Ф., Дудко Г.А., Коноплев А.В., Кочетков А.И., Максимова В.А.*, Пасынкова Е.М., Первунина Р.И., Самсонов Д.П.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия
*ФГБУ «Нижегородский ЦГМС-Р», Россия

Стокгольмская Конвенция, цель которой является защита здоровья человека и окружающей среды от воздействия стойких органических загрязнителей (СОЗ), была открыта к подписанию в 2001 году. Россия подписала Конвенцию в мае 2002 года, а ратифицировала в июне 2011 г. (Федеральный закон «О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях» принят Государственной Думой 17 июня 2011 года и одобрен Советом Федерации 22 июня 2011 года). Обязательства стран по выполнению положений Стокгольмской конвенции предполагают проведение на национальном и международном уровнях мониторинга стойких органических загрязнителей (СОЗ) в окружающей среде.

В программы работ в системе мониторинга Росгидромета из списка конвенции включены только ДДТ, ГХЦГ (воздух, моря и почвы) и ГХБ (почвы). Остальные наиболее сложные по составу и токсичные СОЗ (полихлорированные дибензо-п-диоксинами (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ) – диоксины и полихлорированные бифенилы (ПХБ), токсафены и ряд других) сетевыми подразделениями Росгидромета не контролируются, поскольку их определение требует проведения сложного хромато-масс-спектрометрического анализа, который под силу только специализированным центрам. Практическим шагом к организации мониторинга стойких загрязняющих веществ в России являются работы по региональной теме в рамках плана НИОКР, выполняемые Нижегородским ЦГМС-Р совместно с НПО «Тайфун» с 2008 года.

Дзержинск является одним из центров химической промышленности страны. В годы войны на заводах Дзержинска производились иприт и люизит, в последующие десятилетия – гексахлоран, совол, совтол и трихлорбифенил. В настоящее время в городе Дзержинске насчитывается более 40 промышленных предприятий, среди них крупнейшие в стране химические производственные объединения.

Программа работ по изучению загрязнения окружающей среды Дзержинского городского округа стойкими органическими загрязняющими веществами (СОЗ) а именно: хлорорганическими пестицидами (ХОП), диоксинами – (ПХДД/ПХДФ) и ПХБ, предусматривает отбор проб атмосферного воздуха, снеговой воды, почвы, поверхностной воды и биологических объектов: грудного молока, некоторых пищевых продуктов. Территория Дзержинского округа условно разделена на поселковую, промышленную и городскую зоны. Анализ проб выполнялся методами хромато-масс-спектрометрического анализа в ФГБУ «НПО «Тайфун».

Результаты проведенного в 2008-2011 г.г. обследования загрязнения окружающей среды города Дзержинска СОЗ показали, что:

– концентрация таких СОЗ, как ПХБ (сумма конгенов), ПХДД/ПХДФ (сумма 17 токсичных конгенов в ДЭ), ДДТ (сумма метаболитов) в пробах атмосферного воздуха, воды и молока не превышает, установленных в России нормативов ПДК и ОБУВ;

– сравнение данных обследования, полученных в 1992 и в 2008-2011 г.г. показывает, что ранее (в 1992 году) уровни ПХДД/ПХДФ в воде были значительно выше (от 1,2 до 9,5 пг/л ДЭ)

и превышали ПДК для питьевой воды. В 2008 году в воде превышения ПДК диоксинов ни для поверхностных вод, ни для питьевой воды не обнаружено.

– выпадения ПХДД/ПХДФ со снегом в Дзержинске по сравнению с 1992 годом, не уменьшились, но их величина по-прежнему значительно меньше, чем в промышленных городах с производствами, имеющих хлорные технологии (Чапаевск, Уфа, Щелково).

Однако, несмотря на снижение уровней загрязнения некоторых компонентов окружающей среды Дзержинска с 1992 года (за счет закрытия производства соволов), следует отметить:

– максимальные уровни суммарного диоксинового эквивалента (ДЭ) в биологических образцах – коровьем молоке и куриных яйцах местного производства, превышают допустимые уровни ДЭ, установленные в России для соответствующих продуктов (СанПин 2.3.2.2401-08);

– концентрация в почве ПХДД/ПХДФ остается высокой, превышающей российскую норму (ОБУВ) в 10–2000 раз; концентрация ПХБ в почвах составляет от 0,7–5 ОДК. Так уровни загрязнения почвы у полигона захоронения отходов, так называемой «Черной дыры», диоксинами (ПХДД/ПХДФ) превышают ПДК для диоксинов, принятые в России в 20000 раз и составляют в среднем 2119,6 нг/кг.

ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ПОЖАРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДАХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Ануфриева А.Ф.
ФГБУ «ГГО», Россия

Основной вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносят выбросы от промышленных предприятий и от автотранспорта. Но не маловажную роль играют и метеорологические условия, определяющие рассеивание или накопление примесей в атмосфере.

По данным Росгидромета, летом 2010 года температура воздуха в России превысила климатическую норму на 1,83°C. Большую часть летнего периода над Европейской частью Российской Федерации располагался мощный малоподвижный антициклон, высота которого достигала 12 км. Превышение температуры воздуха по сравнению с нормой составило 3,64°C, в июле оно достигло 5,83°C, в августе — почти 4,00°C. Сухая погода, в сочетании с высокой температурой воздуха, привели к засухе и появлению многочисленных лесных и торфяных пожаров практически на всей территории Европейской части РФ.

Заметный рост концентраций диоксида азота (более 20%) в летние месяцы по сравнению с 2009 годом при аномальном повышении температуры и лесных пожарах был отмечен в 44 городах. Средние концентрации в этот период возросли в 1,2–2,5 раза и составили в основном 2 ПДК, т.е. 0,08 мг/м³. Средние концентрации оксида углерода, обычно не превышающие ПДК, за счет пожаров увеличились до 1,1–2,6 ПДК.

Формальдегид появляется в атмосфере в небольшом количестве за счет выбросов предприятий, но главным образом, в результате фотохимических реакций в атмосфере. В 2010 году средние за месяц концентрации формальдегида в июле-августе в некоторых городах превысили уровень 2009 года в 2–5 раз.

Под влиянием аномально жаркой погоды увеличились концентрации специфических примесей, рассеивание которых в условиях антициклона также затруднено. Например, максимальная разовая концентрация сероводорода в Рязани достигала 13 ПДК.

На общегосударственном и региональном уровнях необходимо обеспечить разработку и внедрение нормативно-методической базы и организационной системы мероприятий по координации действий органов государственного управления, ГИБДД, МЧС, органов здравоохранения, промышленных предприятий и др. организаций в периоды длительного сохранения повышенных уровней загрязнения атмосферного воздуха, в том числе, в случаях возникновения масштабных пожаров.

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗА АВАРИЙНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ РОССИЙСКИХ АЭС (ПАРРАД)

Арутюнян Р.В., Семенов В.Н., Сороковикова О.С., Припачкин Д.А., Дзама Д.А.,
Рубинштейн К.Г.*, Смирнова М.М.*, Игнатов Р.Ю.*
ИБРАЭ РАН, Россия
*ФГБУ «Гидрометцентр России»

В докладе представлен проект системы оперативного прогнозирования радиационной обстановки в зоне до 100 км вокруг Российских АЭС (ПАРРАД) на основе совместного использования региональной гидродинамической модели атмосферной циркуляции с высоким разрешением (до 2 км) WRF-ARW и кода для оценки рассеивания примесей в атмосфере НОСТРАДАМУС.

Система ПАРРАД технически реализуется на базе кластера ИБРАЭ РАН в среде UNIX и рабочей станции в среде WINDOWS. В системе реализовано взаимодействие кода Нострадамус с SFTP-сервером, на котором хранятся результаты расчета метеорологических данных, полученных с помощью модели WRF-ARW на кластере ИБРАЭ РАН. Результатом взаимодействия кода Нострадамус с SFTP-сервером является загрузка в код НОСТРАДАМУС расчетных метеоданных для определенной местности с интересующей частотой и пространственным разрешением. Это позволяет получать более реалистичную картину распространения радиоактивных веществ, по сравнению с классическими подходами к моделированию переноса радиоактивных веществ в атмосфере, когда используются метеоданные либо от одной метеостанции, либо стандартный прогноз, передаваемый Российской метеослужбой, с разрешением 50–100 км.

Современные системы прогнозирования распространения радиоактивных веществ в атмосфере используют различные модели переноса примесей, в том числе лагранжевы стохастические модели, которые лежат в основе кода НОСТРАДАМУС. Этот класс моделей позволяет учитывать 3D неоднородные поля метеорологических полей, неизотропную турбулентность во временной динамике. Анализ последствий крупнейших аварий (Чернобыльская, Фукусима-1) продемонстрировал, что точность прогноза радиационной обстановки находится в принципиальной зависимости от качества поступающей 4D информации о метеорологических полях.

Кроме того, в докладе представлены результаты тестирования и использования региональной негидростатической гидродинамической модели WRF-ARW (Weather, Research, Forecast) с пространственным разрешением 10 км и кода НОСТРАДАМУС (составной частью которого является лагранжева стохастическая модель) для прогнозирования радиационной обстановки на территории Японии и Дальнего Востока России, сложившейся в результате аварии на АЭС Фукусима-1.

Система ПАРРАД предусматривает накопление постоянно действующих оценок качества своего функционирования в целом и отдельных подсистем для дальнейшего итерационного совершенствования. Система будет функционировать на базе технического кризисного центра (ТКЦ) ИБРАЭ РАН. Пилотная версия системы реализуется для Свердловской области, в 100 км зоне вокруг АЭС (Белоярская АЭС).

В докладе приведены результаты тестирования системы и анализа многочисленных экспериментов получения максимальной точности метеорологического прогноза.

Работа выполнена с частичной поддержкой грантов РФФИ 10-08-00493-а и 12-05-97014 р_поволжье_а, FP7 - IRSES - «Climseas».

ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А.С. Ахметшина
Национальный исследовательский Томский государственный университет

Стратификация атмосферы – важная характеристика погодных условий. Температурные инверсии являются частью устойчивых и безразличных стратификации. Существование устойчиво стратифицированных слоев оказывает существенное влияние на многие явления в атмосфере. В приземном слое инверсии приводят к усилению экологической ситуации территории, над которой располагается инверсия. Такие слои в термодинамическом отношении обладают большой устойчивостью и являются препятствием для развития в атмосфере восходящих движений, поэтому они получили название задерживающих слоев. Оценка повторяемости инверсий температуры позволяет исследовать вероятность совпадения неблагоприятных условий стратификации атмосферы и результатов активной хозяйственной деятельности.

Целью данной работы является изучение термической структуры воздушного бассейна территории Западной Сибири.

Оценка термической структуры пограничного слоя атмосферы произведена на основе 4-срочных (за 00, 06, 12, 18 UTC) данных реанализа NCEP/NCAR (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml>), по температуре воздуха на стандартных изобарических поверхностях 1000, 925 и 850 гПа с пространственным разрешением 2,5°x2,5°. Основное преимущество данных такого рода – это равномерное покрытие территории. В связи с отсутствием достаточно густой регулярной сетки над Западной Сибирью данные реанализа являются единственной доступной информацией для подобных исследований.

Территория исследования представляется в виде сетки, состоящей из 63 узлов. При помощи доступной демоверсии программы Matlab был сформирован массив значений температуры воздуха на трех уровнях в каждом узле сетки.

Для обнаружения изменений в структуре пограничного слоя атмосферы оценивались климатические характеристики температурных инверсий для территории Западной Сибири в период с 1990 по 2010 гг.:

- 1) среднее многолетнее число случаев с инверсиями;
- 2) внутригодовая изменчивость среднемесячного количества дней с инверсиями;
- 3) средняя многолетняя повторяемость;
- 4) районирование территории исследования по условиям повторяемости инверсий;
- 5) непрерывная продолжительность явления, в процентах по градациям;
- 6) число дней с абсолютной максимальной непрерывной продолжительностью.

Используя программу Surfer версии 8.0 на основе полученных данных были построены карты рассчитанных характеристик инверсий.

Анализ распределения среднего многолетнего числа случаев с инверсией в слое 1000-925 гПа за ночные (00-06 ч) и дневные (12-18 ч.) сроки показал, что конфигурация изолиний от срока к сроку не претерпевает существенных изменений и варьируется только количественно. Максимальное количество среднегодового числа случаев с явлением отмечается в 6 часовой срок и достигает 147 случаев с явлением в году. Из анализа карты среднего многолетнего числа случаев с инверсией в слое 925-850 гПа также за ночные и дневные сроки видно, что от срока к сроку конфигурация поля линий равного среднего многолетнего числа дней с явлением практически идентична во все сроки, изолинии занимают одинаковую и площадь и мало отличаются друг от друга количественно. Среднемноголетнее число дней с явлением изменяется от 9 до 108 дней.

Оценка средней многолетней повторяемости мощных инверсий, в случае когда инверсия встречалась, хотя бы в 1 из сроков показывает, что в пределах исследуемой территории это значение достигает 24,6 % дней в году. По изолиниям, построенным через 1%, возможно выделить локальные особенности распределения повторяемости. Пониженные значения распределены локально по направлению к юго-востоку, минимальны в 54 точке и составляют 1,8 % от общего числа дней в году. В 63 точке факт наличия мощных инверсий, хотя бы в один из 4х сроков, не зафиксирован. Такое распределение объясняется влиянием Кузнецкого Алатау. Пониженные значения средней многолетней повторяемости локализируются на северо-востоке. Максимальные значения повторяемости мощных инверсий базируются в северо-западной и западной частях рассматриваемой области, в районе 1, 10, 19 и 28 точек сетки, и соответственно составляют от 24% до 24,6 %. На северо-востоке также отмечаются повышенные значения средней многолетней повторяемости. В центральной части района повторяемость меняется от 16 до 22 %.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУЛЬФАТ-И НИТРАТ ИОНОВ В СОСТАВАХ ВЫПАДАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНЫЕ РЕГИОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА ДОЖДЕЙ

Байрамов Ш. П., Дадашова Ф.С.
Научно-Исследовательский Гидрометеорологический Институт Национальный Гидрометеорологический Департамент Министерства Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики

В литературных источниках, из них достаточно указать [1-4], приводятся широкие и подробные сведения о кислотных дождях, которые считаются глобальной экологической проблемой волнующей ученых и руководителей, развитых в промышленном отношении ведущих стран, а также соответствующих международных организаций.

Выпадение кислотных дождей настилающую поверхность Земли, причиной образования которых являются выбрасываемые в атмосферу различными промышленными предприятиями, теплоэлектроцентрами, а также автотранспортными средствами сернистый газ и диоксид азота, в настоящее время стало широко распространенным негативным явлением, приводящим к существенному закислению природной среды и значительным экологическим изменениям на территории многих стран мира. Именно в этой связи кислотные дожди как опасное явление для экосистем, входят в ряды глобальных проблем и находятся в центре внимания экологов.

В нашей стране в настоящее время интенсивно развиваются топливно-энергетический комплекс, автотранспорт, промышленные объекты, работающие на основе сжигания горючих углеводородов. А это становится причиной увеличения количеств выбрасываемых в атмосферу вредных загрязняющих веществ, в том числе кислотообразующих химических соединений, таких как сернистого газа и диоксида азота.

Следует также отметить, что в составах выпадающих на территорию нашей республики дождей с запада на восток концентрации минеральных веществ увеличивается от 4-12 м/км² в год до 18 м/км² в год. Это показывает, что на нашу территорию выпадают сильно загрязненные дожди.

Исходя из вышеизложенного, можно предполагать о существовании и в нашем регионе проблемы выпадения дождей, которые могут дать постилающей поверхности характерные для кислотных дождей водородные ионы.

Поэтому мы сочли целесообразным проведение соответствующих научно-исследовательских работ по изучению экосостава выпадающих на нашу территорию дождей. Эти работы позволили бы определять в составах проб дождевых вод те компоненты (в основном сульфат-и нитрат-ионы), которые могут придавать этим дождям кислотное свойство.

Работы в области изучения вопроса о кислотности выпадающих дождей начаты впервые в нашем институте, будучи при бывшем Азгоскомгидрометеорологии. В течение прошедших лет были выполнены следующие научно-исследовательские работы: «Исследование химического состава выпадающих на Азербайджанской территории дождей», «Исследование влияния выпадающих дождей на фоновый состав почвы», «Сравнительное изучение экосостава выпадающих на территории различных регионов Азербайджана дождей». Результаты этих работ освещены в ряде некоторых научных публикаций. На основании этих исследований разработаны правила отбора дождевых проб и методическое указание для определения влияния дождей на фоновый состав почв. В настоящее время исследования в этом направлении продолжаются.

В представленном на Конференцию докладе будут отражены полученные результаты проведенных нами в последние годы исследований, посвященных сравнительному изучению динамики изменений концентраций сульфат-и нитрат-ионов в составах дождей, выпадающих на различные регионы Азербайджана.

На основании этих исследований было определено, что в дождях, выпадающих на различные регионы страны, среднемесячные, среднегодовые, суммы за 15 лет и пятилетние концентрации сульфат-и нитрат-ионов значительно различаются. Следовательно, динамика изменений концентрации этих ионов в дождях отличаются в зависимости от загрязнения атмосферного воздуха регионов.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ СОЛОНОВАТЫХ ВОД В МОНИТОРИНГЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ

Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А.
ФГБУ «ГХИ», Россия

Токсичность – одна из характеристик загрязнения водных экосистем. Для оценки уровня загрязнения, в том числе токсичными химическими веществами, в мониторинге поверхностных вод суши (ПВС) Росгидромета используется несколько методических подходов. К традиционным следует отнести химический и гидробиологический (биоиндикация) анализы. Сравнительно новой биологической методологией является биотестирование природных вод.

Биотестирование природной воды (в отличие от аналитических методов) дает возможность прямым путем оценить реальную интегральную токсичность воды, которая обусловлена присутствием в пробе всего комплекса загрязняющих веществ без их идентификации. В ходе биотестового анализа регистрируют отклик тест-объектов (гидробионтов) на воздействие воды, донных отложений или отдельного вещества.

Однако, несмотря на массу информации по изучению токсичности вод методами биотестирования существует ряд проблем. Во-первых, до настоящего времени специальная подсистема мониторинга и оценки токсического загрязнения вод методом биотестирования в России пока не выделена отдельным блоком работ в области мониторинга. Во-вторых, ее формирование и внедрение на сети Росгидромета сдерживается решением проблем по ряду направлений: обеспечение нормативно-правовой базы; укрепление межведомственного взаимодействия; улучшение материально-технического обеспечения УГМС и обеспечение соответствующими специалистами (гидробиологами-токсикологами); создание единой методико-методологической основы биотестовых исследований с учетом региональных особенностей.

Последнее важно в связи с тем, что используемые в практике методы оценки токсического загрязнения природных вод предназначены, в основном, для пресноводных экосистем. Усиливающаяся минерализация водоемов, например, Юга России (озеро Маныч-Гудило), процессы засоления почв при наличии отдельных изолированных мелких водоемов, такие участки водотоков, как дельты рек с повышенной минерализацией требуют разработки методов оценки токсичности вод экосистем с различной соленостью (минерализацией).

Гидробионты, используемые в качестве тест-объектов при биотестировании, чувствительны ко всем гидрохимическим показателям, в том числе и к минеральному составу вод (солености). Использование при биотестировании солоноватых вод олигогалобов в качестве тест-объектов приводит к искажению результатов оценки токсичности вод. Поэтому необходим поиск тест-объектов, подходящих для оценки качества вод водотоков и водоемов различной солености (минерализации), т. е. гидробионтов эвригаллиных, соответствующих критериям выбора видов-индикаторов для методов биотестирования.

В водной токсикологии могут быть использованы виды, нашедшие применение в практике марикультуры. Так, из диатомовых водорослей чаще всего используют *Thalassiosira pseudonana*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Skeletonema costatum*, различные виды *Chaetoceros*, из зеленых – *Dunaliella salina*. В качестве гетеротрофных тест-объектов можно использовать *Brachionus plicatilis* Muller (брахионус) – солоноватоводный вид, встречающийся как в континентальных водоемах, так

и в морских прибрежных водах; *Artemia salina* (L.) (артемия), входящая в подкласс Entomostraca класса Crustacea. Артемия является обычным широко распространенным видом мира, населяет водоемы с различной соленостью (от солоноватых до ультрагалинных).

Для решения указанной проблемы нами разработаны методики биотестирования солоноватых вод с использованием экологически соответствующих тест-объектов разных трофических уровней и систематической принадлежности (Р 52.24.690-2006). Методики основаны на наборе функциональных и биологических тест-показателей. Разработаны шкалы по оценке токсичности вод, представлен список тест-объектов из числа солоноватоводных гидробионтов с учетом их экологической валентности.

Использование одновременно всего указанного набора биотестов с использованием функциональных и биологических показателей тест-объектов, соответствующих по своим экологическим особенностям солености проб воды, позволяет получать качественную информацию по оценке токсического загрязнения вод.

В целом адекватную оценку токсичности поверхностных вод можно получить существующей на данном этапе развития экотоксикологии триадой методов: биоиндикацией, биотестированием и аналитическим контролем загрязняющих веществ. Первоочередной задачей совершенствования методологии оценки токсичности поверхностных вод является разработка соответствующих шкал с учетом результатов всех трех методических подходов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

Боева Л.В., Михайленко О.А., Тамбиева Н.С., Андреев Ю.А.
ФГБУ «ГХИ», Россия

Летучими органическими веществами (ЛОВ) являются присутствующие в воде органические соединения, имеющие сравнительно высокое давление пара, и соединения, самопроизвольно удаляющиеся из воды в атмосферу, общим свойством для которых является относительная легкость перехода в паровую фазу или летучесть. К ним относятся органические соединения различных классов, существенно отличающиеся температурами кипения, молекулярными массами, растворимостью в воде – низшие алифатические, ароматические и хлорзамещенные углеводороды, кетоны и другие вещества. Химически активные и подвижные летучие соединения участвуют во многих внутриводоемных процессах: включаются в пищевые цепи гидробионтов, прямо или косвенно влияют на рост и развитие различных организмов, зачастую придают воде специфический запах и вкус, мигрируют в системе вода-атмосфера и др. Некоторые ЛОВ обладают мутагенными и тератогенными свойствами, а также могут представлять канцерогенную опасность для человека. По этим причинам содержание летучих органических веществ в различных типах вод нормируется и для многих из них установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) на уровне единиц микрограммов в кубическом дециметре.

Методы определения ЛОВ в воде имеют ряд специфических особенностей, связанных, как с низким уровнем их содержания, многокомпонентностью состава вод, так и с возможностью потерь при отборе, выделении, концентрировании и анализе проб вследствие высокой летучести этих веществ. Для определения ЛОВ нами разработаны газохроматографические методики статического анализа равновесного пара (АРП), сочетающие в себе простоту пробоподготовки, минимальные потери ЛОВ при выполнении отбора и анализа проб с высокой чувствительностью и селективностью, обеспечивающей определение ЛОВ в воде на уровне долей микрограммов в кубическом дециметре. Проба воды помещается в специальные флаконы для АРП, снабженные герметичными крышками (с резиновым уплотнением и тефлоновыми прокладками), имеющие отверстие для отбора паровой фазы. При установлении равновесия летучие вещества переходят в газовую фазу над пробой воды, аликвота которой вводится с помощью шприца или дозатора равновесного пара в хроматографическую колонку. Для повышения чувствительности метода использовали подогрев пробы, применяли высаливающий агент, концентрировали отгонкой, проводили измерение с помощью селективных детекторов. Методики, разработаны для определения следующих показателей: метан, летучие ароматические углеводороды (бензол, толуол, о-, м- и п-ксилолы, этилбензол, стирол, кумол, пропилбензол, 1,2,4-триметилбензол); летучие хлорзамещенные углеводороды (винилхлорид, хлорэтан, метилхлорид, хлороформ, четыреххлористый углерод, 1,2-дихлорэтан, три- и тетрахлорэтилены, хлорбензол, 2-хлортолуол) и ацетон. Для идентификации ЛОВ применяли хроматографические набивные и капиллярные колонки с фазами различной полярности. Наилучшее разделение выше перечисленных компонентов наблюдали на капиллярной колонке DB-FFAP.

Разработанные методики в течение многих лет применяли для определения летучих компонентов в различных водных объектах. Исследования, проведенные на р. Белой в районе влияния сточных вод промышленных предприятий г. Стерлитамак и г. Салават в 1989–1991 гг., показали наличие в воде большого количества ЛОВ, среди которых хлороформ – от 100 до

380 мкг/дм³, метилхлорид – от 2 до 4 мкг/дм³, четыреххлористый углерод – от 1 до 13 мкг/дм³, 1,2-дихлорэтан – от 4,0 до 32 мкг/дм³, трихлорэтилен – от 2 до 32 мкг/дм³, толуол – от 0,2 до 53 мкг/дм³, ксилолы – от 0,4 до 13 мкг/дм³, стирол – от 2 до 4 мкг/дм³. Наиболее высокие концентрации были определены в зимний период, самые низкие в летний период при высокой температуре. Например, в марте концентрация толуола составляла от 12 до 53 мкг/дм³, а в июле от 0,2 до 7,5 мкг/дм³.

В результате определения ЛОВ в реках района г. Сочи (р. Мзымта, р. Херота, р. Пластунка, р. Сочи) в 2010 г. выявлены следовые концентрации бензола, толуола, ксилолов, этилбензола, не превышающие установленных нормативов ПДК. Суммарные концентрации летучих ароматических углеводородов в реках не превышали 1 мкг/дм³. В марте 2012 г. в г. Ростов-на-Дону были обнаружены летучие ароматические углеводороды: бензол от 2 до 3 мкг/дм³, толуол, стирол, кумол, пропилбензол в диапазоне от 0,5 до 1 мкг/дм³ в рук. Мертвый Донец. Причиной появления данных компонентов в воде вероятно связано с поступлением ливневых вод завода по производству лаков и красок. В р. Дон бензол и толуол были обнаружены в следовых количествах менее 0,2 мкг/дм³.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. ОБНИНСКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

Булгаков В.Г., Запевалов М.А., Сарычев С.А., Косых В.С., Каткова М.Н., Сурнин В.А., Гниломедов В.Д., Лобов А.И., Левшин Д.Г.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

С марта 2010 г. в г. Обнинске проводится опытная эксплуатация автоматической станции контроля атмосферного воздуха и мобильной экологической лаборатории контроля атмосферы, с целью разработки, апробации и внедрения в практику системы мониторинга атмосферного воздуха Росгидромета новых средств измерений, методов отбора и анализа проб воздуха. Результаты данной работы используются для развития системы мониторинга в районе Сочи для обеспечения XXII Олимпийских зимних игр 2014 г., а также в других регионах России при проведении модернизации системы мониторинга атмосферного воздуха.

В рамках данной работы отрабатываются вопросы сбора, обработки и представления информации о загрязнении атмосферного воздуха населению и местным органам власти с учетом возможности автоматизированных средств мониторинга и мобильной лаборатории. НПО «Тайфун» Росгидромета заключило соглашение с Администрацией г. Обнинска «Об организации взаимодействия по осуществлению мониторинга состояния атмосферного воздуха на территории муниципального образования «Город Обнинск», в рамках которого были разработаны регламент проведения мониторинга и формы представления информации в интересах жителей города. Комплекс получаемых данных анализируется также с целью определения круга научных и практических задач, которые могут быть решены благодаря новым возможностям автоматизированных средств мониторинга.

В Обнинске автоматическая станция расположена на удалении от локальных источников загрязнения, примерно в геометрическом центре города. Для оценки влияния локальных источников используется мобильная лаборатория, маршруты которой сформированы с учетом размещения источников загрязнения (промышленные предприятия, автотранспорт). По необходимости измерения проводятся в дополнительных точках, связанных с той или иной экологической ситуацией. Данные о состоянии атмосферного воздуха размещаются на сайте с открытым доступом и представляются администрации г. Обнинска. Абсолютные содержания загрязняющих веществ представляются в реальном времени в виде графиков, за сутки и за неделю – в виде средних значений и интегральных показателей. В докладе приводятся результаты мониторинга загрязнения воздуха в г. Обнинске.

РАДИОАКТИВНЫЕ АЭРОЗОЛИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА»

Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Ким В.М.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

Авария на АЭС «Фукусима» произошла 11 марта 2011 г. вследствие землетрясения силой 9 баллов и вызванного землетрясением цунами, которые привели к нарушению обеспечения электроэнергией систем охлаждения реакторов АЭС. По территории России осуществляли радиометрические подразделения Росгидромета, переведенные на учащенный режим наблюдений. Дополнительно на остров Сахалин в г. Южно-Сахалинск, находящийся ближе всех к аварийной АЭС, из НПО «Тайфун» была направлена машина радиационной разведки. Первые и последующие прогнозы переноса воздушных масс от АЭС «Фукусима», выполненные сотрудниками НПО «Тайфун», показали, что перенос направлен в сторону Тихого океана в северо-восточном направлении и через Беларусь, Украину и Скандинавию пересекут границу с Россией. На территории России наблюдения за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы проводятся службой радиационного мониторинга Росгидромета путем ежесуточного контроля за содержанием радионуклидов в приземном слое атмосферы с помощью воздухо-фильтрующих установок – в 52 пунктах, за интенсивностью выпадений из атмосферы на подстилающую поверхность с помощью горизонтальных планшетов в 410 пунктах.

В докладе представлены обобщенная информация об особенностях радионуклидного состава и распространения радионуклидов «Фукусимского» происхождения над территорией России и сопредельных с ней государств, приведены результаты анализа работы территориальных сетей радиационного мониторинга Росгидромета в период аварии на АЭС «Фукусима» и рекомендации по их развитию.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РОСГИДРОМЕТА НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ

Булгаков В.Г., Запечалов М. А., Лукьянова Н.Н., Нечаев Д.Р., Сарычев С.А., Семёнова И.В., Сурнин В.А.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

Мониторинг уникальной экологической системы озера Байкал включает мониторинг состояния озера и экологических зон Байкальской природной территории (БПТ), на которых формируются влияющие на озеро факторы. Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.05.2008 № 404 «государственный мониторинг уникальной экологической системы озера Байкал (в пределах своей компетенции)» возложен на Росгидромет. Система мониторинга озера Байкал Росгидромета функционирует с 1965 г. и представлена гидрохимическими и гидробиологическими наблюдениями, наблюдениями за атмосферным воздухом и осадками, снежным покровом и радиацией, за составом грунтовых вод и донных отложений.

Однако существующая на базе наблюдательной сети Росгидромета система мониторинга на БПТ не отвечает современным требованиям и нуждается в модернизации по части восстановления полной программы наблюдений, совершенствования и оснащения лабораторной базы современным оборудованием, внедрения автоматизированных систем определения загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод БПТ, развития информационных технологий.

Модернизированная системы мониторинга качества окружающей среды Росгидромета предполагает, что в её рамках должны проводиться наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, атмосферных осадков, поверхностных вод, донных отложений, почвы, биоты приоритетными загрязняющими веществами (в том числе радиоактивными), как на фоновом, так и на локальном и территориальном уровнях.

В соответствие с поставленными задачами подготовлен системный проект, предусматривающий техническое переоснащение наблюдательных подразделений Росгидромета на БПТ, включающий установку автоматизированных станций контроля загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод суши, поставку мобильных пробоотборных машин и мобильных лабораторий контроля загрязнения объектов природной среды, современное химико-аналитическое оборудование для количественного химического анализа в лабораторных условиях, создание информационно-аналитического центра для сбора, хранения, передачи и представления информации о результатах мониторинга.

О НЕОБХОДИМОСТИ МОНИТОРИНГА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ КОЛЛЕКТОРОВ В БАСЕЙНЕ РЕКИ АМУДАРЬИ

Верещагина Н.Г., Чуб В.Е., Щетинников А.А.
НИГМИ Узгидромета, Узбекистан

Амударья – крупнейшая река в Средней Азии – является трансграничной. Ее сток формируется в основном в горных районах Таджикистана и Афганистана, а расходуется на территориях Туркменистана и Узбекистана. Вот уже три десятилетия эти страны страдают от недостатка воды, причем особенно уязвим Узбекистан, поскольку имеет наибольшую площадь орошаемых земель – 3,3 млн.га, из которых 44% или 1,43 млн.га приходится на бассейн Амударьи. Орошаемое земледелие уже потребляет 95% всего водозабора, и спрос на воду будет возрастать для обеспечения продовольственной безопасности быстро растущего населения: численность его уже приближается к 30 млн. человек.

На орошаемых землях формируются возвратные воды, выклинивающиеся непосредственно в русла рек или поступающие в них в виде коллекторно-дренажных вод (КДВ). В бассейне Амударьи их сток составляет свыше 10 км³ в год. С одной стороны, возвратные воды от орошения служат немаловажной составляющей имеющихся водных ресурсов, поскольку более половины их объема возвращаются в реки, но, с другой стороны, их качество представляет серьезную угрозу для водных ресурсов, гидробионтов и наземных экосистем.

Учет стока коллекторов при столь высокой его роли в формировании стока воды в поверхностных водотоках совершенно недостаточен: так, в бассейне Амударьи средний многолетний объем учтенного стока в облсельводхозах КДВ составил 2,79 км³, а формируется 10 км³, то есть инструментально учитывается только около 30% его. Еще хуже обстоят дела с мониторингом качества воды коллекторов: также в облсельводхозах только в самых крупных коллекторах определяется минерализация воды и содержание в ней токсичных ионов хлора и сульфатов. Такого мониторинга качества КДВ совершенно недостаточно, так как они несут с орошаемых земель повышенное содержание пестицидов, фосфор- и азотсодержащих веществ – остатки минеральных удобрений. Последние способствуют евтрофикации водотоков и особенно водоемов – ирригационно-сбросовых озер.

В Узбекистане существует практика, особенно в маловодные годы, использовать сток коллекторов для орошения, но именно в такие годы минерализация КДВ повышенная, особенно в период вегетации – коллекторы Дарганатинский, Южно-Каршинский и другие. Внутригодовой мониторинг качества их вод позволит обоснованно использовать воду коллекторов для вегетационных или промывных поливов при пониженных минерализации и концентрациях ионов хлора и сульфатов. Во время вегетационных поливов в многоводные и средние по водности годы минерализация воды во многих коллекторах бассейна Амударьи заметно возрастает, а к декабрю-январю падает. Этот факт благоприятствует возможному использованию КДВ для промывных и запасных поливов.

В последние 10–15 лет количество коллекторов в бассейне правых притоков Амударьи возросло, но сток их и, тем более, качество воды в них не наблюдаются. Поэтому необходим мониторинг и количества воды и ее качества и в старых и особенно новых коллекторах.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ

Волчков А.В., Малышев В.А., Луцько Л.В.*
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия
*ФГБУ «ГГО», Россия

Задача организации в России производства актинометрических приборов и оборудования, выпускавшегося Тбилиским заводом «Гидрометприбор» до распада СССР, была решена при участии ОАО «Пеленг» (Республика Беларусь) и ЦКБ ГМП «НПО «Тайфун» (Российская Федерация), которые под руководством ГГО провели модернизацию необходимых технических средств и освоили выпуск актинометрических комплектов для работы по трем различным программам наблюдений (непрерывная круглосуточная регистрация видов радиации, срочные наблюдения, сокращенная программа). В частности, ОАО «Пеленг» выпускает актинометрические приборы и следящую систему; ЦКБ ГМП выпускает вспомогательное оборудование для размещения приборов на метеорологической площадке, трубу актинометрическую для установки в ней пиранометров и балансомеров при поверке по солнцу, блок центральный измерительный БЦИ для автоматизации измерений.

Если зарубежные актинометрические комплексы ААК (фирма Kipp&Zonen, Нидерланды) только начинают вводиться в работу, то отечественные используются более 5 лет как при выполнении регулярных наблюдений на сети, так и при проведении научно-исследовательских работ.

Актинметрический комплекс МФ-19 (БЦИ), укомплектованный российско-белорусскими техническими средствами, до настоящего времени используется для проведения наблюдений по программе регистрации в Оренбурге (с 2007 г.), на Шпицбергене (с 2006 г.), в Якутске (2009–2010 гг.), испытывался в морских условиях на НЭС «Академик Федоров» и в Антарктиде. Полученные результаты свидетельствуют о надежности БЦИ и удобстве в работе.

Актинметрические приборы типа «Пеленг» в настоящее время используются на сети в виде отдельных датчиков взамен вышедшим из строя прототипов, изготовленных в 70-х годах XX века, так и в виде комплектов типа «Пеленг» для срочных наблюдений и сокращенной программы. Результаты проведенных сравнительных наблюдений показывают сохранность рядов наблюдений.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА В ПИКОВЫЕ ФАЗЫ ВОДНОГО РЕЖИМА

Воробьева Т. И., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З., Реутова Т.В., Чередник Е.А., Машуков Х.Х.
ФГБУ «ВГИ», Россия

Мониторинговые наблюдения за содержанием тяжелых металлов и неорганических соединений азота проводились в основных реках Центрального Кавказа в зимнюю межень и летние дождевые паводки. Реки различались по типу питания. По гидрологическим особенностям семь рек относились к рекам с преимущественно ледниковым питанием и шесть рек имели смешанное дождевое и подземное питание. Для водного режима обеих групп рек при выпадении обильных осадков характерны летние дождевые паводки, имеющие нередко катастрофические последствия. Отбор проб осуществлялся в двух постоянных створах: в предгорной части территории, в зоне перехода от структурно-денудационного комплекса к аккумулятивному, и в устьевой зоне.

По результатам измерений, проведенных в течение 2002–2011 гг., выявлен ряд постоянно присутствующих в речных водах тяжелых металлов (Cr, Ni, Mo, Mn, Zn, Pb, Cu) и появляющихся в летние паводки Ag и V. Одновременно прослеживалось содержание NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ . Отмечены концентрации загрязняющих веществ от «следовых» количеств до нескольких ПДК. Установлено, что воды носят нейтральный и слабощелочной характер. В зимнюю межень содержание тяжелых металлов в десятки раз ниже, чем в дождевые паводки, но в отдельных реках изредка концентрации незначительно превышали ПДК, исключение составляла р. Баксан по Mo. В летние паводки максимальные концентрации всех ингредиентов были в 2–10 раз выше ПДК. Содержание минеральных форм азота, наоборот, в зимнюю межень было выше, чем в летний период, и варьировало бессистемно. Исключение составляли концентрации NO_2^- и NH_4^+ в водах р. Терек, Урвань и Куркужин, где они превышали ПДК в обе фазы водного режима. За 9 лет наблюдений превышение ПДК по каждому ингредиенту в ледниковых реках отмечалось 1–3 раза, в не ледниковых реках 2–4 раза. К настоящему времени пиковые значения концентраций составляют: Cr – 24,8 мкг/л, Ni – 23,6 мкг/л, Mo – 5,8 мкг/л, Mn – 35,9 мкг/л, Zn – 98,8 мкг/л, Pb – 57,0 мкг/л, Cu – 52,5 мкг/л, Ag – 0,12 мкг/л, V – 13,8 мкг/л, NO_2^- – 5,52 мг/л, NO_3^- – 55,8 мг/л, NH_4^+ – 2,85 мг/л.

Самоочищение рек было прослежено по отношению концентрации компонента в устьевой зоне к значению концентрации в предгорной зоне (k). Вычисленные значения k сильно варьировали по годам, но осредненные значения были достаточно информативны и составляли $0,4 \div 3,0$. В зимнюю межень k по тяжелым металлам изменялся в пределах 0,7–1,5, по минеральным соединениям азота 1–3, что в целом не вызывало практического интереса, так как загрязнение вод всех рек было низким. Характерные изменения загрязненности рек проявлялись в летние дождевые паводки, где k составлял 1,5–4,5.

Вызывало определенный интерес содержание NH_4^+ , так как в водах практически всех рек максимальные уровни составляли 2–4 ПДК как в зимний, так и в летний период. В водах не ледниковых рек (Куркужин, Урвань) в предгорной зоне концентрации систематически больше, чем в устье, но в последние годы (2009 и 2010 гг.), наоборот, загрязняющие вещества накапливались в устье. На фоне многолетнего ряда значений обращает на себя внимание зафиксированное загрязнение вод в предгорной зоне в 2010 г. в р. Куркужин до 69 ПДК и в водах р. Урвань 47,9 ПДК, что свидетельствует об антропогенном залповом сбросе загрязняющих веществ в реки

Урвань и Куркужин. В последние годы прослеживается тенденция к росту концентраций NO_3^- , например, в не ледниковых водах в 62% случаев она уже достигала 1,2 ПДК.

Таким образом, в период зимней межени воды рек Центрального Кавказа относятся к чистым. В летний период воды большинства рек относятся по тяжелым металлам к слабозагрязненным, но из-за наличия большого количества твердых взвесей и содержания минеральных форм азота воды относятся к загрязненным. Приоритетными загрязняющими токсичными веществами в водах р. Баксан являются Mo , Cr , Cu , NH_4^+ , в водах р. Черек – Zn , Pb , NO_2^- , в водах р.Малка – Cr , Ni , Zn , Cu , NO_2^- , NH_4^+ , в водах р.Терек – Zn , Pb , Cu , NH_4^+ . Постоянное превышение ПДК Cr , Ni , Zn , Pb , Cu , NH_4^+ и NO_2^- в устьях всех рек в летний период обусловлено наложением на природные уровни загрязнений антропогенного характера, и это вызывает тревогу, так как водами горных рек орошается предгорная и степная территории КБР, где базируется сельскохозяйственное производство, и регулярно с водой в почву поступают токсические вещества, которые могут накапливаться и служить замаскированным долговременным источником загрязнения сельскохозяйственной продукции.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОЙ (ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВОЙ) МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ CO_2 НА ОСТРОВЕ ХАТЕРУМА

Ганьшин А.В., Журавлев Р.В., Лукьянов А.Н., Максютлов Ш.Ш.*, Мукаи Х.*
ФГБУ «ЦАО», Россия
* National Institute for Environmental Studies, Япония

Для анализа данных непрерывных наблюдений CO_2 в зоне влияния выбросов с территории Китая в данной работе использована методика по моделированию переноса CO_2 при помощи комбинации сеточной и лагранжевой дисперсионной модели переноса атмосферных примесей, с учетом данных по поверхностным потокам углекислого газа антропогенного, биосферного и океанического происхождения. Были произведены сравнения результатов модельных расчетов с данными наблюдения на станции Хатерума (Япония), которые показали хорошее совпадение. Было проведено исследование влияния выбросов Китая на моделируемые временные ряды. Для этого были выполнены расчеты как с учетом эмиссий от Китая, так и без них, которые показали, что в зимний период основной вклад в изменчивость CO_2 на станции наблюдения вносят антропогенные выбросы Китая. Показанное доминирование вклада региональных антропогенных выбросов в наблюдаемом сигнале указывает на возможности эффективного использования данных мониторинга на станции Хатерума при моделировании переноса в регионе и решении обратных задач об межгодовой изменчивости антропогенных выбросов CO_2 и других газов.

СТРОИТЕЛЬСТВО АЭС В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Жукова О.М., Русая И.Е.
ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды», Беларусь

Система радиационного контроля и мониторинга окружающей среды в районе расположения атомной электростанции создается с целью надзора за безопасностью работы АЭС. Она помогает обеспечивать выполнение требований природоохранного законодательства и охрану здоровья местного населения на всех стадиях жизненного цикла АЭС, как в условиях нормальной эксплуатации, так и в случае аварий. Данные метеорологических наблюдений и результаты мониторинга окружающей среды также позволяют оценить эффективность используемых смягчающих мер по предотвращению негативного воздействия АЭС на окружающую среду и население.

В настоящее время выполняется пилотный проект по созданию базового комплекса Автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) в зоне наблюдения белорусской АЭС, состоящего из 3 автоматических пунктов измерения (АПИ) мощности дозы гамма-излучения (МД), оснащенных автоматическими датчиками измерения метеорологических параметров, и регионального и национального центров реагирования в Гродно и Минске. Базовый комплекс АСКРО обеспечивает сбор и накопление данных о МД в целях дальнейшего их использования в качестве фоновых. В дальнейшем комплекс АСКРО будет оснащен датчиками нового поколения, позволяющими измерять изотопный состав гамма-излучающих радионуклидов).

Данные о реальных метеорологических условиях в районе расположения АЭС, поступающие с ближайшей метеостанции, а также с датчиков измерения скорости и направления ветра и датчиков наличия осадков, установленных на некоторых АПИ, будут использоваться для целей прогнозирования распространения радиоактивных веществ воздушным путем в случае радиационного инцидента.

В рамках выполнения мероприятий Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» выбраны пункты наблюдений за радиоактивным загрязнением земель и поверхностных вод в зоне наблюдения белорусской АЭС.

Месторасположение ландшафтно-геохимических полигонов (ЛГХП) для наблюдений за вертикальной миграцией радионуклидов определялись на основе результатов генерализации почв по признаку интенсивности миграционных процессов, а также базовой информации о типичных ландшафтно-геохимических комплексах. Кроме того, учитывались и другие факторы, влияющие на интенсивность вертикальной миграции радионуклидов: гранулометрический состав и формы нахождения радионуклидов в различных типах почв.

Местоположение пунктов наблюдений за радиоактивным и химическим загрязнением поверхностных вод и донных отложений определялись на основе результатов обобщенных эмпирических параметров выноса «свежих» атмосферных выпадений радиоактивных веществ с природных водосборов рек 30-км зоны белорусской АЭС, а также с использованием базовой информации о гидрографических, основных морфометрических и гидравлических характеристиках рек, водосборы которых полностью или частично расположены в пределах 30-км зоны АЭС.

В рамках проведения радиационно-экологического мониторинга в зоне наблюдения АЭС Департаментом по гидрометеорологии начаты режимные наблюдения за содержанием радионуклидов и химических показателей в почве и поверхностных водах (вода, донные отложения). В дальнейшем в зоне наблюдения АЭС перечень наблюдаемых параметров будет расширен, в том числе организованы наблюдения за содержанием трития и углерода-14 в объектах окружающей среды.

Для получения оперативной информации об уровнях радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха будут использованы автоматические аэрозольные станции, работающие в непрерывном режиме.

Для проведения экспресс-анализов проб почвы, воды и атмосферного воздуха планируется использовать передвижную радиологическую лабораторию.

Данные радиационно-экологического мониторинга будут использоваться:

- для оценки влияния АЭС на окружающую среду;
- для расчета доз облучения населения при штатной работе АЭС и в случае аварийной ситуации;
- для оценки радиационных и химических рисков от АЭС.

ОЦЕНКА ГЛОБАЛЬНЫХ ПОТОКОВ CO₂ ДЛЯ 2009–2010 ГОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНЫХ И СПУТНИКОВЫХ (GOSAT) НАБЛЮДЕНИЙ

Журавлев Р.В., Ганьшин А.В., Максютов Ш.Ш.*, Ощепков С.Л.*, Хаттатов Б.В.**
ФГБУ «ЦАО», Россия
*National Institute for Environmental Studies, Япония
** Fusion Numerics International, США

Обратная задача атмосферного переноса решалась в приложении к оценке среднемесячных приземных потоков CO₂ для 2009 года с использованием наземных наблюдений CO₂, а также начиная с июня 2009 года с использованием наблюдений со спутника GOSAT. Поправки к полям потоков для интересующего нас вида источника описываются как линейная комбинация принципиальных компонент соответствующих полей газообмена на поверхности. Для расчета атмосферного переноса используется совмещенная эйлеровая-лагранжевая модель (GELCA model). В связи с тем, что используется большое количество наблюдений (3000–5000 в месяц), для решения обратной задачи была выбрана методика Калмановского сглаживания с фиксированной длиной окна ассимиляции, которая позволяет оценивать месячные потоки последовательно, в соответствии с выбранным размером окна ассимиляции. Результаты расчетов представлены в виде двумерных полей среднемесячных потоков, а также перерасчитаны для выбранных регионов. Расчеты показывают существенное уменьшение оценки неопределенности потоков при использовании наблюдений со спутника GOSAT.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОБООТБОРА ДИСПЕРСНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Зарипов Ш.Х.
Казанский федеральный университет, Институт экологии и географии, Россия

Дается обзор исследований ряда задач теории пробоотбора аэрозольных частиц, представляющих собой важный класс воздушных дисперсных загрязнений. Мониторинг дисперсных загрязнений в воздушной среде характеризуется разнообразием типов применяемых для измерений пробоотборников и условий пробоотбора. Обеспечение изокинетических условий пробоотбора возможно лишь в некоторых лабораторных экспериментах. При реальных аэрозольных измерениях, как правило, наблюдаются значительные отклонения скоростей исследуемой воздушной среды и аспирации. При атмосферных измерениях (пробоотборники на самолетах) скорость среды намного выше скорости аспирации, измерения внутри помещений (персональные пробоотборники) характеризуются малой скоростью несущей среды. Кроме того, направление набегающего потока может не совпадать с направлением оси симметрии пробоотборника. Все описанные ситуации могут приводить к заметным искажениям в значениях измеренных концентраций. Предварительные знания о поведении аэрозольных частиц в окрестности пробоотборника для различных условий аспирации позволяют количественно определить возможные искажения. Такие знания могут быть получены на основе математического моделирования течений аэрозоля.

Решены задачи аспирации аэрозоля из движущегося и неподвижного газа в тонкостенные пробоотборники и в пробоотборники с затупленной головной частью (сферический пробоотборник). Для описания поля течения несущей среды использованы модели потенциального и вязкого течений несжимаемого газа. Для нахождения коэффициента аспирации в найденном поле скоростей газа рассчитываются предельные траектории частиц, которые определяют область захвата аэрозольных частиц. Проведены численные исследования коэффициента аспирации, как функции размера частиц, отношения скоростей ветра и аспирации, скорости седиментации, угла отклонения оси пробоотборника от направления набегающего газового потока и направления силы тяжести. Дается сравнение расчетных результатов с известными экспериментальными данными. Проведены также теоретические исследования вдыхаемой фракции дисперсных воздушных загрязнений для реальной цифровой модели манекена человека.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты N 12-01-00333-а, 12-07-00007-а).

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЕГО СОСТОЯНИЯ

Землянов И.В., Андриянова Н.В.*, Горелиц О.В.
ФГБУ «ГОИН», Россия
***ФГБУ «Нижегородский ЦГМС-Р», Россия**

В работе представлены результаты исследований экологического состояния Горьковского водохранилища, которые проводятся в рамках региональной тематики Росгидромета.

В процессе эксплуатации Горьковского водохранилища сформировался комплекс экологических проблем, возникающих при регулировании речного стока крупными водохранилищами. К основным проблемам относятся изменение водного режима водохранилища, в том числе гидрохимического и гидробиологического, а также изменение качества воды водохранилища как источника питьевого водоснабжения.

В современных условиях большое значение имеет повышение эффективности работ по оценке состояния водохранилища с использованием данных дистанционного зондирования, контактных методов измерений и современных методов обработки информации, включая методы гидродинамического моделирования.

Усилия специалистов двух организаций в рамках совместных работ 2010–2012 гг. были направлены на решение задачи создания алгоритма интегральной оценки экологического состояния Горьковского водохранилища.

Для выполнения работ по обследованию Горьковского водохранилища контактными и дистанционными методами наблюдений были выбраны 5 тестовых полигонов. При тестировании полигонов учитывалось, что наблюдения на Горьковском водохранилище по программе государственной наблюдательной сети (ГНС) проводятся Верхне-Волжским УГМС, определены точки отбора проб воды, створы, вертикали и горизонты, накоплена значительная база данных гидрохимических и гидробиологических наблюдений. Кроме того, учитывались части акватории, где отмечается наибольшее «цветение» воды водохранилища.

По результатам наблюдений, обобщенным за период 2000–2009 гг., а также на основании данных экспериментальной части НИР, выполненных в 2010–2011 гг., предложен алгоритм интегральной оценки качества воды и экологического состояния водохранилища. В основу алгоритма положены показатели:

- гидрологические данные ($t^{\circ}\text{C}$);
- гидрохимические данные: УКИЗВ, концентрации биогенных веществ;
- гидробиологические данные: индекс сапробности, биомасса;
- результаты анализа данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Для оценки экологического состояния отдельных частей водохранилища была принята балльная оценка, учитывающая значения отдельных показателей.

Для дистанционного мониторинга озерной части водохранилища использовались данные регулярных спутниковых съемок акватории с космического аппарата Landsat-5(7). По данным

анализа геоизображений оценивались площади акваторий водохранилища, занятые водными массами с условно высоким, средним и низким содержанием взвешенного вещества. С использованием значений соответствующих площадей строилась балльная оценка, характеризующая неравномерность пространственного распределения различных водных масс в пределах тестовых полигонов.

На основе совместного анализа результатов полевых исследований предыдущих лет, данных экспериментальной части НИР 2010–2011 гг., спутниковых данных и модельных расчетов разработан алгоритм интегральной оценки экологического состояния Горьковского водохранилища. Проведена классификация экологического состояния водоема по интегральной оценке. Рассчитаны суммарные баллы, характеризующие неудовлетворительное, удовлетворительное и экологически благополучное состояние Горьковского водохранилища в пределах тестовых полигонов.

Результаты совместных работ ФГБУ «ГОИН» и ФГБУ «Нижегородский ЦГМС-Р» в 2010–2012 гг. подтвердили возможность построения алгоритма комплексной интегральной оценки экологического состояния Горьковского водохранилища.

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ

Иванченко К.В., Яновский И.С., Шарикова О.П., Смирнова И.В., Чичерин С.С., Генихович Е.Л., Полищук А.И.
ФГБУ «ГГО», Россия

Цель работ в области мониторинга загрязнения атмосферы (ЗА) состоит в обеспечении потребностей государства, физических и юридических лиц в информации о состоянии окружающей среды, в том числе, ее загрязнении.

Мониторинг загрязнения атмосферы в городах России проводится с 1963 г. По состоянию на 01.01.2012 г. регулярная сеть мониторинга загрязнения атмосферы (Росгидромет) состоит из 623 пунктов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в 222 городах и поселках. Наблюдение за состоянием и загрязнением атмосферного воздуха осуществляется за концентрациями 38 загрязняющих веществ.

Для получения объективных, своевременных, научно-обоснованных и достоверных данных о загрязнении атмосферы на базе наблюдательной сети Росгидромета и других ведомств путем гармонизации национальных и международных подходов по организации и функционированию мониторинга загрязнения атмосферы решаются следующие задачи:

- проведение регулярных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на территории Российской Федерации, в том числе, проведение регулярных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха по перечню параметров, соответствующих международным требованиям, в городах с населением свыше 100 тысяч жителей и в крупных промышленных центрах;
- развитие технологий и укрепление лабораторной базы для наблюдений за веществами, измерения концентраций которых не автоматизированы;
- оптимизация системы наблюдений путем увеличения частоты наблюдений и определения перечня приоритетных примесей с учетом выбросов в атмосферу от источников загрязнения и масштабов воздействия на окружающую среду и здоровье населения с учётом приоритетов федерального, регионального и муниципального уровня;
- поэтапное внедрение автоматизированных систем непрерывного измерения содержания основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов;
- краткосрочное прогнозирование периодов неблагоприятных метеоусловий, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха, которые при сопоставлении с национальными нормативами характеризуются, как оказывающих негативное влияние на здоровье;
- развитие и внедрение на сети методов расчетного и гибридного мониторинга ЗА;
- обеспечение потребителей оперативной и режимной информацией о ЗА и о параметрах, определяющих воздействие ЗА на окружающую среду и здоровье людей.

Существующая наблюдательная сеть Росгидромета требует модернизации. Перспективы развития сети мониторинга атмосферного воздуха обсуждаются на примере создания системного проекта Байкальской природной территорией (БПТ) и Казани.

МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Казьмин С.П., Климов О.В., Матвеева Ю.В.
ФГБУ «СибНИГМИ», Россия

На территории Новосибирской области насчитывается 7 месторождений нефти (в том числе 5 с запасами растворённого газа и одно газоконденсата) и выявлено 22 перспективных площадей на нефть. В XXI веке началось вовлечение углеводородного сырья трёх месторождений (Верх-Тарского, Восточно-Тарского и Малоичского) в хозяйственный оборот. Нефтедобывающий комплекс приурочен к южной краевой части сильно заболоченной Васюганской равнины. Для региона характерна слаборасчленённая поверхность, малая мощность зоны аэрации, близкое залегание от поверхности грунтовых и напорных водоносных горизонтов, тесная взаимосвязь их с поверхностными водами. Рямы (заболоченные леса) и открытые болота покрывают около 80% площади месторождений. Территория слабо расчленена сетью неглубоко врезанных эрозионных понижений с пологими склонами. Ручьи и речки стекают с заболоченных плоских междуречий.

С целью выявления и установления характера влияния техногенных объектов нефтепромыслов на компоненты окружающей среды с 2005 г. лабораторией прикладной экологии и климата «СибНИГМИ» по специально разработанным программам, учитывающие требования лицензионного соглашения, проводятся исследования. Ежегодно даётся оценка экологического состояния рассматриваемых месторождений на основе сравнительного анализа наблюдаемых показателей с полученными данными предыдущих лет. За период ведения экологического мониторинга объектами контроля при оценке состояния атмосферного воздуха на лицензионных территориях месторождений были подфакельные наблюдения в зоне влияния факельных установок. Уровень загрязнения воздуха по углеводородам суммарным, сероводороду, бенз(а)пирену, диоксиду серы не превысил предельно-допустимую максимальную разовую концентрацию (ПДК_{мр}). Наибольший вклад в загрязнение атмосферы по массе выбросов вносят оксид углерода (до 6,0 мг/м³, до 1,2 ПДК_{мр}), диоксид азота (до 0,09 мг/м³, до 1,06 ПДК_{мр}), сажа (до 0,20 мг/м³, до 1,3 ПДК_{мр}) и пыль (до 0,60 мг/м³, до 1,2 ПДК_{мр}). Геохимическое опробование снежного покрова дало оценку атмосферному потоку загрязняющих веществ. Снег, как естественный накопитель является не только индикатором загрязнения атмосферы, но и также последующего загрязнения почв и вод. При интерпретации данных были использованы предельно-допустимые концентрации (ПДК_{рыб}), разработанные для оценки условий водных ресурсов в рыбохозяйственных целях. Во всех пунктах наблюдения отмечены повышенные концентрации нефтепродуктов (0,21–0,38 мг/дм³; 4,2–7,6 ПДК_{рыб}) и фенолов (0,002–0,003 мг/дм³; 2–3 ПДК_{рыб}). Одним из наиболее уязвимых компонентов природной среды, как показывает опыт разработки нефтяных месторождений, являются поверхностные воды. В результате работ были определены водные объекты, находящиеся в фоновых и нарушенных районах. В границах лицензионных участков опробовались водотоки (рр.Тара и Мал. Ича) и их притоки, водные объекты озерно-болотного комплекса. Величина водородного показателя, содержания хлоридов, БПК₅, фенолов и АПАВ во всех пробах не превысили нормативных концентраций. В запредельных концентрациях в поверхностных водах во всех пунктах наблюдения находятся марганец (до 0,19 мг/дм³; до 19 ПДК_{рыб}), железо (до 1,1 мг/дм³; до 11 ПДК_{рыб}). В местах опробования во все сезоны года количества нефтепродуктов в поверхностных водах выявлены выше нормы – 0,105–0,22мг/дм³ (2,1–4,4 ПДК_{рыб}). Содержания в почвогрунтах зоны аэрации общего гумуса, хлоридов, нитратов, фосфатов, свинца, железа, хрома, ртути, бенз(а)пирена, марганца и никеля определены в пределах их естественных колебаний,

за исключением цинка (42,5–70,2 мг/кг; 1,8–3 ПДК). Среди загрязняющих компонентов техногенного происхождения в заданных концентрациях в грунтовых водах отмечены свинец (до 0,019 мг/дм³; до 1,9 ПДК) и нефтепродукты (до 0,163 мг/дм³; до 1,6 ПДК). Развитие нефтедобычи в большинстве случаев связано с загрязнением тех водоносных горизонтов, которые наиболее перспективны для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения прилегающих населенных пунктов. Превышение нефтепродуктов (0,105–0,117 мг/дм³; 1,05–1,17 ПДК) в пробах воды, отобранных из водозаборных скважин, на разбуриваемых кустовых площадках указывает на техногенное загрязнение, ввиду низкой природной защищенности ниже-среднемиоценовых тонко-мелкозернистых водоносных песков бещеульской свиты (малой мощностью перекрывающей глинистой водоупорной толщи четвертичного возраста).

Проведённые мониторинговые исследования в 2011 г. показали, что относительно предыдущих лет существенных изменений в качественном составе опробованных компонентов окружающей среды не произошло. Присутствуют аналогичные природные и техногенные загрязняющие показатели с близкими концентрациями. В целом загрязнение окружающей среды на рассматриваемых углеводородных месторождениях носит «пульсирующий» характер, но при этом тенденции прогрессирующего загрязнения не отмечается. Для организации дальнейшего ведения системы наблюдений и предупреждения критических ситуаций ФГБУ «СибНИГМИ» разработаны рекомендации, основанные на ранее проведенных исследованиях.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ УКРАИНЫ

Киптенко Е.Н., Баштанник М.П., Козленко Т.В.
УкрНИГМИ, Украина

Загрязнение воздуха в городе является сложным многофакторным явлением, на которое оказывает влияние ряд метеорологических величин: скорость и направление ветра, термическая устойчивость атмосферы, синоптическая ситуация и т.д. [1-3]. Приводятся результаты анализа метеорологических условий загрязнения воздуха (выраженного количественно интегральным показателем Q) в промышленных городах Украины. Зависимость уровня загрязнения воздуха в городе от направления ветра в ряде случаев довольно простая. Влияние этого фактора наиболее четко проявляется тогда, когда источники выбросов расположены за городом, или с наветренной стороны. В Черкассах основные промышленные предприятия расположены к юго-востоку от жилых кварталов, поэтому направление ветра с юго-востока играет важную роль в формировании уровня загрязнения воздуха. В Мариуполе летом ветры северо-западной четверти горизонта (З, СЗ, С) обуславливают около 80% случаев высокого загрязнения атмосферы. При этом наиболее характерными синоптическими ситуациями являются область высокого давления (отрог, гребень), малоградиентное поле, периферия циклона, обуславливающая перенос вредных веществ на город. Зависимость загрязнения ветра в городе проявляется также в связи с влиянием макросиноптических процессов. За счет этого неблагоприятные направления могут быть близкими в разных городах. Повышение загрязнения воздуха ($Q \geq 1,4$) в Днепропетровске, Кривом Роге и Черкассах наблюдается при ветрах южного и юго-восточного направлений, в Донецке (зимой), Запорожье, Харькове при юго-восточном, Луцке и Черновцах - северо-западном направлении; Киеве, Одессе - западном и юго-западном направлениях.

Изменение уровня загрязнения атмосферы при различных скоростях ветра свидетельствует о том, что повышенное загрязнение почти во всех городах отмечается при штилях и слабых скоростях ветра, а также при скорости ветра в интервале 4-6 м/с. В некоторых городах высокое загрязнение атмосферы отмечается при штиле и скорости ветра более 8 м/с (Днепропетровск, Донецк, Мариуполь).

Повышенный уровень загрязнения атмосферы формируется при стойкой стратификации нижнего слоя атмосферы и при наличии приземных или приподнятых инверсий. В городах восточной Украины больше 50% случаев высокого загрязнения воздуха обусловлено наличием таких инверсий. В Донецке повторяемость приподнятых инверсий составляет в среднем за год 20%, зимой возрастает до 40%. Приземные инверсии играют значительную роль в накоплении примесей от низких источников: шахт и терриконов, а также автотранспорта. В Черновцах, особенно зимой, создаются благоприятные условия для образования инверсий температуры в нижних слоях атмосферы. В Киеве наибольшая повторяемость приземных инверсий (до 46%) отмечается в апреле – июле, наименьшая – декабре, феврале. Зимой преобладают дни с приподнятой инверсией (до 80%). «Застойные» явления формируются под влиянием одновременного действия инверсии и штиля, или слабого ветра. В Харькове «застои» воздуха формируют летом около 40% случаев высокого загрязнения воздуха.

Синоптическая ситуация среди исследуемых метеорологических величин довольно часто занимает первое место. Это объясняется тем, что она представляет собой сложную комплексную

характеристику, которая в краткой форме отображает основные черты метеорологических и аэрологических условий в нижнем слое атмосферы. Влияние синоптических условий на формирование определенного уровня загрязнения неодинаковое в разных городах. В Донецке, Киеве, Кривом Роге, Одессе, Ровно четко просматривается влияние синоптических условий, в других оно завуалировано (Запорожье). В среднем по всем городам Донецкого и Приднепровского промышленных районов четко выражена тенденция постепенного уменьшения концентраций при переходе от полей высокого давления к полям низкого давления. Таким образом, подтверждается вывод о макрометеорологической обусловленности уровня концентраций [3].

Отмечаются общие черты в формировании высокого загрязнения: наибольшая повторяемость случаев высокого загрязнения атмосферы наблюдается в малоподвижных антициклонах и гребнях, на западной периферии антициклона, в размытом барическом поле с ветрами переменных направлений. В 55–60% случаев наблюдаются синоптические ситуации, которые связаны с влиянием антициклонов или гребней. Это в значительной мере оказывает влияние на накопление примесей в атмосфере.

Содержание и колебание концентраций вредных примесей в атмосфере городов может быть также обусловлено такими факторами, как солнечная радиация, осадки и туманы. В некоторых городах возможно формирование фотохимического смога при загрязнении окислами азота, углеводородами и другими соединениями при интенсивной солнечной радиации и незначительной турбулентности воздуха. С погодными условиями в Киеве за последние годы связан существенный рост формальдегида. Способность осадков вымывать загрязняющие вещества определяется их количеством, интенсивностью и продолжительностью. Только в городах на севере и северо-западе страны, где отмечается избыточное увлажнение (600–650 мм, в Закарпатье 700–900 мм и больше при средней интенсивности 0,20–0,28 мм/мин) происходит постоянное и эффективное самоочищение атмосферы. На юге и юго-востоке эта способность атмосферы уменьшается, в степной части – достаточно резко, где количество осадков не превышает – 400 мм.

В целом атмосферные процессы в Украине, которые характеризуются значительной повторяемостью слабых и «опасных» скоростей ветра, инверсионным ходом температуры, «застойными» явлениями, туманами, достаточно интенсивно влияют на экологическое состояние Украины.

Список использованных источников:

1. Берлянд М.Э. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 272 с.
2. Клімат Києва. – Київ: Ніка-центр, 2010. - 320 с.
3. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. -Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 223 с.

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СЕТИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Козерук Б.Б., Станкевич А.П.
ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды», Беларусь

В рамках выполнения мероприятий Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006–2010 гг. приобретено 14 станций непрерывного измерения содержания приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Станции установлены в 10 крупных промышленных центрах республики.

Создана информационная сеть, в которую интегрированы все автоматические станции. Данные измерений непрерывно поступают на сервер информационно-аналитического центра мониторинга атмосферного воздуха. Разработаны программные средства обработки, анализа, интерпретации и хранения этих данных. В настоящее время в базе накоплен достаточный объем данных, позволяющий выполнить анализ состояния воздуха во временном аспекте.

Информация о концентрациях загрязняющих веществ в режиме реального времени размещается на сайте Государственного учреждения «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды». Специалистам городских комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды предоставляется возможность просмотра на сайте детализированной информации о концентрациях загрязняющих веществ.

Внедрение в эксплуатацию новых технологий позволило отследить динамику суточного хода приоритетных загрязняющих веществ, включая временные рамки максимального накопления, которые невозможно было определить путем дискретного отбора проб воздуха. Для г. Минска построены «розы загрязнения» и определены опасные скорости ветра, что обеспечивает возможность оперативного реагирования на штатные ситуации. Повысилась эффективность прогнозирования качества воздуха, особенно в периоды с неблагоприятными метеоусловиями: получаемая информация позволяет более оперативно реагировать на ухудшение экологической ситуации и отслеживать динамику уровня загрязнения воздуха после передачи предупреждения природопользователям. Повысилось качество информирования республиканских органов государственного управления, местных исполнительных и распорядительных органов, граждан, средств массовой информации. Одним из самых важных преимуществ внедряемых технологий является возможность перехода к использованию экологических показателей, принятых в странах ЕС.

Дальнейшее техническое совершенствование автоматических станций будет направлено на расширение перечня приоритетных загрязнителей, в первую очередь – твердых частиц фракции РМ-2,5, что и предусмотрено в Государственной программе обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. Рассматривается возможность использования данных непрерывных измерений для оценки репрезентативности результатов, получаемых на сети станций с дискретным отбором проб и, при необходимости, корректировки регламента их наблюдений.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБОБЩЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Колесникова Е.В., Маслова А.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия

Как известно, одной из функций Государственного мониторинга водных объектов является регистрация, первичная обработка и обобщение показателей, характеризующих состояние водных объектов. Применение с этой целью различных индексов всегда привлекало внимание учёных и лиц, связанных с принятием решений, так как это позволяет представить весь комплекс данных сети наблюдений в простой и наглядной форме. Индекс качества воды в основном состоит из простого выражения более или менее сложных параметров, которые служат для определения качества воды. Сейчас во всем мире постоянно используются более 30 таких индексов. Они имеют от 3 до 72 переменных, с частым включением, по крайней мере, трёх из следующих параметров: растворенный кислород, биологическое потребление кислорода и/или химическое потребление кислорода, аммонийный азот, фосфаты, нитратный азот, показатель рН и общее содержание взвешенных твёрдых частиц. При выборе метода математической свертки информации в работах зарубежных учёных существует критика простого осреднения показателей, при комплексной оценке качества вод отдаётся предпочтение более «гибким» и информативным методам. Так, например, было показано преимущество мультипликативного метода перед арифметическим, так как первый является более чувствительным к изменениям параметров и, следовательно, он более точно отражает изменение качества вод. В некоторых странах, как, например, в Мексике, для различных регионов, с целью учёта характерных для данной местности особенностей загрязнения, разработаны и применяются различные модификации метода расчета индекса качества вод.

В России многие методы оценки качества водных объектов по комплексу гидрохимических показателей, несмотря на частую критику за «псевдокомпенсацию» и игнорирование принципа «слабого звена» в экосистеме, используют такую характеристику, как среднегодовая концентрация загрязняющих веществ, которая рассчитывается обычно как среднее арифметическое значение измеренных за год концентраций. Как известно, в России в системе мониторинга качества природных вод с 1988 по 2005 гг. применялся «индекс загрязненности воды» – ИЗВ, который рассчитывался по 6 показателям. С 2005 г. в России был введён в практику расчёт классов загрязнения вод по наиболее информативной комплексной оценке – удельному комбинаторному индексу загрязненности воды – УКИЗВ. При его расчёте принимаются во внимание все наблюдаемые на посту характеристики качества воды. Кроме того, в процессе вычисления УКИЗВ получается не только конечное значение, характеризующее состояние вод за год, но и более детальная информация о состоянии водного объекта в течение исследуемого периода. Так же в данном методе не используется величина среднегодовой концентрации загрязняющих веществ, которая сглаживает все опасные явления в течение года на водном объекте. Как известно, в связи с закрытостью в России для широкой общественности первичной информации по состоянию водных объектов, исследователям часто приходится иметь дело лишь с опубликованными за год значениями индексов ИЗВ и, с 2005 г., УКИЗВ. Однако, смена методики оценки качества вод заслуживает особого внимания, так как указанные индексы отличаются как по числу компонентов и методам расчета, так и по оценочным шкалам.

В рамках данных исследований по поэтапной оценке результатов на практическом материале были сделаны выводы по влиянию метода на оценку качества водных объектов. В качестве

объектов исследований были выбраны реки, протекающие в одном регионе, г. Санкт-Петербург, но обладающие разными гидрологическими характеристиками: р. Нева (среднегодовой расход воды 2 500 м³/с) и р. Охта (среднегодовой расход воды 7,2 м³/с). Производилась оценка качества вод данных водотоков за многолетний период по двум индексам. Оценка качества вод р. Охты с использованием ИЗВ и УКИЗВ показала, что расчёт УКИЗВ для данного водного объекта даёт более узкий диапазон результатов, чем ИЗВ. При этом в целом качество воды р. Охты по УКИЗВ ниже, чем по ИЗВ. Такие результаты объясняются тем, что расчёт УКИЗВ включает большее число параметров. Известно, что р. Охта является очень загрязнённой рекой и, как показывают данные исследования, увеличение спектра учитываемых параметров приводит к более строгой оценке качества вод. Расчеты обоих индексов качества для р. Невы дали обратные результаты: УКИЗВ даёт более широкий диапазон уровня загрязнения, чем ИЗВ. Таким образом, оценка качества водотока по комплексу гидрохимических показателей во многом зависит как от выбора метода расчета индекса, так и от характера водопользования на водотоке.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Кондратьева Т.А., Жданова Г.Н., Захаров С.Д.
ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», Россия

В настоящее время одна из приоритетных проблем в области охраны окружающей природной среды – разработка методологии адекватной оценки изменчивости состояния экосистем и качества их среды с учетом региональных особенностей их функционирования и характера антропогенного воздействия. В связи с этим нами были проведены следующие исследования: изучен компонентный состав воды малых рек и Куйбышевского водохранилища с целью выбора приоритетных и критических показателей загрязненности водных объектов; рассчитаны объемы стока растворенных химических веществ на семи малых реках Татарстана (Карла, Кубня, Свияга, Берсут, Казанка, Ст. Зай, Меша); выделены региональные особенности изменчивости состояния пресноводных экосистем в условиях антропогенного воздействия; выбран «условно фоновый» водный объект; проведена оценка антропогенно-измененного природного фона. Оценка состояния водной среды и гидробиоценозов водных объектов проведена на основе обобщенной гидрохимической и гидробиологической информации по данным государственной наблюдательной сети ФГБУ «УГМС Республики Татарстан». Оценка характера и степени загрязненности водной среды проводилась с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды. Для оценки состояния экосистем по доле антропогенной нагрузки проведена статистическая обработка многолетней информации по изменчивости приоритетных загрязняющих веществ и выделены наиболее часто встречаемые значения (модальный интервал). Для оценки состояния водных экосистем по гидробиологическим параметрам проведена статистическая обработка многолетней информации по изменчивости численности фитопланктона, зоопланктона, относительной численности коловраток, общей численности зообентоса, относительной численности олигохет.

Результаты расчета и анализа многолетней изменчивости комбинаторного индекса загрязненности водной среды за последние 25 лет позволили оценить состояние наиболее крупных рек Республики Татарстан как: переходное от загрязненной к очень загрязненной для р. Вятка; переходное от грязной к очень загрязненной для рр. Карла, Берсут; стабильно грязное для рр. Казанка, Степной Зай, Свияга, Кубня, Меша, Иж. По содержанию химических веществ качество воды Куйбышевского водохранилища оценивается во всех пунктах наблюдений как грязная вода.

Из обобщенных за исследуемый период результатов следует, что для всех изученных рек Республики Татарстан, за исключением р. Вятка, пять приоритетных показателей загрязненности водной среды совпадают – это органические вещества по ХПК и БПК₅, азот нитритный, соединения меди и нефтяные углеводороды. Кроме того, для ряда рек (Кубня, Казанка, Степной Зай) к перечню приоритетных показателей в отдельные годы относился аммонийный азот; для рр. Кубня и Степной Зай – соединения железа; для рек Казанка, Меша и Степной Зай – сульфаты. Наиболее широк перечень приоритетных показателей для водной среды р. Степной Зай. Последний включает, кроме вышеназванных, летучие фенолы.

Расчет антропогенной нагрузки по модулю загрязняющих веществ на реки Татарстана показал, что большинство рек находится в состоянии переходном от равновесного к кризисному. Наибо-

лее низок риск антропогенного воздействия для р. Вятка (устье). Состояние этой реки по всем показателям – равновесное. Состояние Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан характеризуется в основном как переходное от равновесного к кризисному. По модулю стока наибольшую антропогенную нагрузку испытывают реки Татарстана по азоту аммонийному. В новом тысячелетии она менялась от малой в рр. Свияга, Казанка до критической в р. Берсут и высокой в р. Кубня. Проведенные расчеты показали, что физический перенос по исследуемым рекам таких критических загрязняющих веществ, как нефтяные углеводороды, фенолы, соединения меди и минеральные формы азота преобладает над процессами их трансформации, и заметные их количества могут поступать в низовья и устья рек Татарстана и в приемные водоемы.

Результаты гидробиологических наблюдений показали, что в условиях длительного или кратковременного сильного антропогенного воздействия в водных экосистемах происходит антропогенная трансформация компонентного состава водной среды и их структурной организации. При этом, как правило, наблюдается усиление процессов антропогенного эвтрофирования и экологического регресса.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ НИЖНЕКАМСК

Константинова Ю.М., Савельев А.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Вопросы прогнозирования и предотвращения высоких уровней загрязнения воздуха представляют наибольший интерес в условиях интенсификации хозяйственной деятельности и увеличения числа регулярно функционирующих промышленных объектов в городах. Несмотря на тенденцию увеличения валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу, главная опасность заключена в локализации выбросов у земной поверхности, в жизнедеятельном приземном слое, а потому основной вопрос состоит в том, каково их пространственно-временное распределение.

В основе данной работы – руководящий документ «Методика. Прогнозирование максимальных суточных концентраций приземного озона по пунктам с заблаговременностью до 48 ч».

В процессе работы была использована база данных по мониторингу атмосферного воздуха г. Нижнекамск, за период с 2005 по 2008 гг., а также по метеорологическим и синоптическим параметрам (по результатам наблюдений на АМСГ Бегишево), предоставленная ГУ «УГМС Республики Татарстан»; разработаны прогностические схемы для прогноза максимумов концентраций диоксида азота, сероводорода, фенола и формальдегида на шести постах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Нижнекамск.

Прогнозируемой величиной являлась максимальная за сутки концентрация загрязняющего вещества, причем под «сутками» понимается период времени с 7 часов утра до 7 часов утра следующего дня. Прогноз максимальных суточных концентраций примеси по разработанным статистическим схемам осуществляется в случае, если максимальная за предшествующие сутки концентрация примеси превышает квантиль ($p=0.6$), иначе применяется инерционный прогноз. Для выбора предикторов и оценки устойчивости методики прогноза и использовался метод рандомизации. Для этого ряд данных многократно и случайным образом разбивался на обучающую (80% данных) и тестовую (20% данных) выборки. Для каждой обучающей выборки строилась прогностическая модель методом множественной линейной регрессии. Поскольку исходный массив данных включает большое число предикторов, то для выбора оптимального состава предикторов используется пошаговое усложнение модели за счет последовательного добавления предикторов. На каждом шаге строится набор «моделей-кандидатов», отличающихся добавлением одного предиктора, после чего модели сравниваются с исходной с использованием F-статистики Фишера. Предиктор, обеспечивающий наибольшее статистически значимое улучшение модели добавляется в список, и процедура повторяется. Если ни один из оставшихся предикторов не позволяет улучшить качество прогноза, то список предикторов считается построенным. Полученные модели использовались для получения прогноза и оценки его качества по методике, описанной ниже. На финальном этапе формировался общий список всех предикторов, оказавшихся значимыми, и процедура выбора предикторов применялась ко всей выборке для построения окончательного набора предикторов. На следующем этапе производилась оценка качества полученных уравнений регрессии и эффективность разработанной прогностической схемы.

Верификация статистических зависимостей, проведенная на обучающей и независимой выборках, проводится с использованием общей оправдываемости прогнозов за рассматриваемый период, Q критерия точности по Обухову. Схему прогноза суточных максимумов концентраций примесей

следует считать эффективной, если за год оправдываемость прогноза в целом составляет не менее 70%; значение Q-критерия Обухова составляет не менее 0,45.

В результате работы созданы эффективные схемы прогноза суточных максимумов диоксида азота для всех постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха г. Нижнекамска. В дальнейшем будут продолжены работы в области разработки прогностических схем для эффективного прогноза суточных максимумов концентраций формальдегида, фенола, сероводорода, по которым в рамках настоящего исследования были получены неудовлетворительные результаты.

Список использованных источников:

1. РД 52.04. XXXXXXX. «Методика. Прогнозирование максимальных суточных концентраций приземного озона по пунктам с заблаговременностью до 48 ч»
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, Часть 1. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. -702 с.
3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1985. - 272 с.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭПИЗОДОВ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

Кузнецова И.Н., Зарипов Р.Б., Нахаев М.И.

ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Коновалов И.Б.

ФГБУН «Институт прикладной физики РАН», Российская Федерация

Звягинцев А.М.

ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория», Российская Федерация

Семутникова Е.Г.

ГПУ Мосэкомониторинг, Российская Федерация

Заблаговременное предупреждение об ухудшении качества окружающей среды – приоритетная задача гидрометеорологического прогнозирования. Используя современные численные модели атмосферы и химические транспортные модели (ХТМ) загрязнения, в Гидрометцентре России разрабатываются технологии прогнозирования некоторых показателей качества воздуха – аналоги зарубежных систем прогнозирования. К их числу относятся:

– технология краткосрочного прогноза ультрафиолетовой облученности (УФ-индекса) на территории России в теплый сезон; разрабатывается совместно с ЦАО, тестирование проводится на данных озонметрической сети Росгидромета с участием ГГО;

– экспериментальная технология прогноза (до 3 суток вперед) полей концентраций загрязняющих веществ в центральных областях европейской части России на основе транспортных химических моделей; разрабатывается с участием ИПФ РАН с информационной поддержкой ГПУ Мосэкомониторинг. Технология позволяет «восстанавливать» поля концентраций на территориях, где пока не проводятся наблюдения за загрязняющими примесями, а также прогнозировать содержание примесей, рекомендованных ВОЗ для оценки качества воздуха (включая приземный озон и взвешенные вещества PM_{10});

– технология расчета метеорологического параметра рассеивания/очистки воздуха (МПР), основанная на численном прогнозе метеохарактеристик в пограничном слое атмосферы, с целью идентификации НМУ. МПР используется в оперативном прогнозе МУЗ и для верификации модельных расчетов загрязнения воздуха.

Продолжительные по времени при значительном охвате территории события ухудшения качества воздуха имеют сезонные особенности: с мая по август чаще формируются эпизоды высокого УФ-облучения и озонового загрязнения, в зимнее время – эпизоды с высокими концентрациями оксидов азота и CO , весной возрастает вероятность аэрозольного загрязнения. Создаваемые вычислительные технологии нацелены на предсказание таких эпизодов, представляющих опасность для здоровья и окружающей среды.

РАЗВИТИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Кузьмин С.И.

Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Бел НИЦ

«Экология», Беларусь

В соответствии со статьей 68 Закона Республики Беларусь от 26 ноября 1992 года «Об охране окружающей среды» в редакции Закона Республики Беларусь от 17.07.2002 № 126-3 (с изменениями и дополнениями) Советом Министров Республики Беларусь было принято Постановление от 20.04.93 № 247 «О создании Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь».

Основной целью создания Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) являлось обеспечение всех уровней государственного управления необходимой экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия управленческих решений, в т.ч. оперативных, направленных на обеспечение населения страны благоприятных условия проживания. Национальная система мониторинга окружающей среды была создана как совокупность систем наблюдений, оценки и прогноза состояния природных сред и явлений, а также биологических откликов на изменение окружающей среды под влиянием естественных и антропогенных факторов. Кроме этого, создание Национальной системы мониторинга ориентировалось на выполнение природоохранных обязательств Республики Беларусь по международным договорам, конвенциям и соглашениям, на обеспечение населения достоверной экологической информацией. При этом, одним из центральных направлений реализации программы НСМОС являлось проведение наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод.

Сбор мониторинговой информации осуществляется на пунктах наблюдений НСМОС, включенных в Государственный реестр пунктов наблюдений, являющийся информационным ресурсом государственного значения. Информация НСМОС является официальной государственной информацией и позволяет найти ответы на вопросы о состоянии окружающей среды на местном, региональном и национальном уровнях, выявить источники антропогенного воздействия, охарактеризовать состояние условий проживания населения.

Начиная с 1995 г. функционирование НСМОС реализовывалось в рамках трех государственных программ. За этот период была определена и сформирована организационная структура системы, нормативно закреплены принципы организации сетей и регламенты наблюдений, состав экологической информации НСМОС, порядок ее получения и предоставления потребителям различного уровня. Значительный прогресс достигнут в техническом и методическом обеспечении мониторинга. К примеру, выполнение мероприятий НСМОС позволило охватить 81,3 % населения средних и крупных городов, в которых проводятся регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха и основными источниками выбросов (в т.ч. в режиме реального времени с использованием автоматических станций). Для оценки состояния водных экосистем Беларуси, а также трансграничного переноса загрязнений водными путями на основных реках и наиболее значимых озёрах развернуты наблюдательные сети, плотность которых практически соответствует международным рекомендациям. Система мониторинга включает также более 90 % суммарного объема сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, осуществляются наблюдения за содержанием стойких органических загрязнителей (CO_2) в водных экосистемах. Основной акцент в

организации мониторинга состояния подземных вод сделан на развитие системы наблюдений в местах размещения основных источников их загрязнения. Проводится регулярная оценка состояния других компонентов природной среды, в том числе проводятся наблюдения за уровнями радиационного фона в районах потенциальных источников радиоактивного загрязнения, на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, содержанию в объектах природной среды естественных радионуклидов (радон-222 и свинец-210), а также оценка изменения биологического и ландшафтного разнообразия страны.

Развитие системы мониторинга в настоящее время осуществляется в рамках Государственной программы обеспечения функционирования и развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. Действующая программа разработана с учетом требований стратегических документов развития государства: Основных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы, Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года и Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2025 годы. Реализация запланированных в программе НСМОС мероприятий направлена на достижение, в соответствии со стратегическими документами, целей по сохранению и восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, предотвращению вредного воздействия на окружающую среду, в том числе выполнению международных обязательств Республики Беларусь в части получения и предоставления экологической информации.

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СХК НА НАСЕЛЕНИЕ И РЕЧНУЮ БИОТУ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Лунёва К.В., Крышев А.И.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

Сибирский химический комбинат (СХК) является предприятием ГК «Росатом», размещается в г. Северске Томской области. На СХК было построено 5 реакторов для наработки плутония. К 2008 г. все ядерные реакторы были выведены из эксплуатации. Радиоактивные сбросы, осуществленные в прошлом, привели к накоплению радионуклидов в донных отложениях и гидробионтах поверхностных водоемов, расположенных в районе СХК. В связи со сложившейся обстановкой, представляет интерес изучить радиационное воздействие СХК на население и гидробионтов в районе размещения комбината. С данной целью были проанализированы и обобщены результаты радиационного мониторинга в районе расположения СХК за 2000–2008 гг. и 2009–2010 гг., соответственно до и после остановки последнего реактора. Полученные данные использовались для расчёта дозовых нагрузок на население и речную биоту в районе СХК.

Для расчёта доз на биоту использовались данные по содержанию радионуклидов [2] в поверхностных водах и донных отложениях р. Ромашка и Чернильщикова протоки р. Томь (д. Чернильщигово, вблизи северной границы СЗЗ). Оценка дозовых нагрузок проводилась согласно [1] относительно референтных видов речной биоты: водоросли (рдест блестящий – *Potamogeton lucens*), рыба (серебряный карась – *Carassius auratus gibelio*), моллюски. Согласно расчетным оценкам (Таблица) в период до остановки последнего реактора (2000–2008 гг.) мощности дозы на референтные виды биоты Чернильщикова протоки были практически на порядок ниже уровня доз на гидробионты р. Ромашка.

Таблица. Мощности дозы облучения гидробионтов р. Ромашка и Чернильщикова протоки р. Томь, мГр/сут.

Временной период	р. Ромашка			Чернильщикова протока р. Томь		
	Рыба	Водоросли	Моллюски	Рыба	Водоросли	Моллюски
2000–2008	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$9,3 \cdot 10^{-4}$	$9,3 \cdot 10^{-4}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$
2009–2010	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$

Для обоих водных объектов основным дозообразующим радионуклидом являлся ^{32}P (более 90%). После вывода из эксплуатации пятого ядерного реактора дозовые нагрузки на биоту обоих речных объектов снизилась, основная дозовая нагрузка приходилась на ^{137}Cs (гидробионты р. Ромашка; вклад около 60%) и на ^{90}Sr (гидробионты р. Томь; вклад около 45%).

Основным путем облучения населения в районе расположения СХК является потребление рыбы. Для расчётов использовались данные мониторинга и полученные расчетные значения по содержанию радионуклидов в воде и гидробионтах р. Томь. Согласно полученным результатам после остановки последнего реактора доза облучения населения от потребления рыбы формировалась долгоживущими радионуклидами, основной вклад в дозу вносил ^{137}Cs (более 80%).

Согласно расчетным оценкам доза облучения населения от потребления рыбы р. Томь в данный период в среднем составила $1,5 \cdot 10^{-4}$ мЗв/год.

В результате расчетных оценок было установлено, что остановка последнего реактора в 2008 г. привела к уменьшению поступления радионуклидов в речную систему. После остановки ядерного реактора доза облучения населения от потребления рыбы из р. Томь в районе д. Чернильщиково составила $1,5 \cdot 10^{-4}$ мЗв/год. Полученное значение дозовой нагрузки на население в районе расположения СХК (на границе СЗЗ) ниже установленных пределов годового облучения населения (1 мЗв/год). Мощности дозы облучения речной биоты р. Ромашка и р. Томь (Чернильщиковская протока) значительно снизились после остановки последнего реактора на СХК. Согласно [1, 3], безопасный уровень облучения для рыбы равен 1,1 мГр/сут., для водорослей – 9,6 мГр/сут., для моллюсков – 2,4 мГр/сут. Полученные значения мощности дозы для гидробионтов р. Ромашка и р. Томь были значительно ниже указанных величин, как до, так и после остановки последнего реактора. В связи с высокой информативностью гидробионтов в качестве показателей радиоактивного загрязнения в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ эти объекты биоты могут быть рекомендованы для включения в регламент радиационного мониторинга окружающей среды в ЗН СХК в качестве биоиндикаторов радиационно-экологического воздействия.

Список использованных источников:

1. ДС-2010. Проект методики установления допустимых сбросов радиоактивных веществ в поверхностные водоемы (первая редакция). Москва, 2011. – 130 с.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств. Ежегодник. 2001–2011 гг.
3. UN - United Nations. Effects of radiation on the environment. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II, Scientific Annex E. Effect of ionizing radiation on non-human biota. United Nations, New York, 2011. – 164 p.

О ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕОСНАЩЕНИИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

Малышев В.А.¹, Луцько Л.В.², Соколенко С.А.², Бычкова А.П.², Казеев Ю.И.³, Шевченко А.И.⁴

¹ ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия

² ФГБУ «ГГО», Россия

³ ОАО «Пеленг», Беларусь

⁴ ЗАО «ЛАНИТ», Россия

По состоянию на январь 2011 г. в России насчитывалось 187 пункта, работавших по трем различным программам наблюдений: в 46 пунктах проводилась непрерывная круглосуточная регистрация пяти видов радиации; в 69 пунктах выполнялись срочные наблюдения в шесть стандартных актинометрических сроков; 72 пункта работали по сокращенной программе измерений суточных сумм суммарной радиации. Для наблюдений по этим программам составы технических средств различны. В большинстве пунктов до сих пор используются приборы и оборудование, изготовленные Тбилиским заводом «Гидрометприбор», которые к настоящему времени неоднократно выработали свой ресурс, устарела также и технология измерений.

В 2005 г. начались работы в рамках Проекта технического переоснащения метеорологической сети Росгидромета на кредиты, выделенные МБРР. Для актинометрической сети были закуплены всего лишь 19 зарубежных автоматизированных актинометрических комплексов ААК производства фирмы Kipp&Zonen, предназначенных для работы по программе регистрации. Комплекс ААК, в дополнение к прямой солнечной, суммарной, рассеянной и отраженной радиации, входящим в программу табельной регистрирующей установки УАР, измеряет длинноволновую приходящую и уходящую радиацию, а в шести пунктах – также ультрафиолетовую. Балансомер в состав ААК не входит, и радиационный баланс определяется по показаниям четырех датчиков.

Методическое сопровождение размещения ААК на метеорологической площадке, проведения измерений и обработки результатов наблюдений осуществляет ФГБУ «ГГО». Программное обеспечение (ПО) разработано совместно с ЗАО «ЛАНИТ» и обеспечивает получение данных в форматах, принятых в режимно-справочном банке данных «Актинометрия» и для передачи в Международный центр радиационных данных. ПО для ААК одобрено Методической комиссией ФГБУ «ГГО» и рекомендовано к внедрению на сеть.

Разумеется, 19 комплексов ААК проблему переоснащения актинометрической сети не решают. Однако, в настоящее время выпускаются отечественные (российско-белорусские) приборы и оборудование, из которых возможна полная комплектация отечественных автоматизированных комплексов, аналогичных зарубежным ААК. Это актинометрические приборы типа «Пеленг», следящая система типа «Пеленг» и другое вспомогательное оборудование, разработанное ЦКБ ГМП ФГБУ «НПО «Тайфун» под руководством ФГБУ «ГГО» (как и разработки, выполненные ОАО «Пеленг»).

Если ААК предназначены для работы только по программе регистрации, то приборы типа «Пеленг» обеспечивают составление комплектов также для работы по программам регистрации и сокращенной. Такие комплекты успешно используются на сети.

ЦКБ ГМП ФГБУ «НПО «Тайфун» освоено в производстве вспомогательного оборудования, необходимого для установки актинометрических датчиков на метеорологической площадке: стойки-стрелы для размещения пиранометров суммарной и отраженной радиации, теневых колец

для пиранометра рассеянной радиации и балансомера, актинометрической трубы для использования при поверке пиранометров и балансомеров при их поверке в естественных условиях по солнцу, а также контроллера типа БЦИ с программным обеспечением для автоматизированных комплексов. Идеология создания новых технических средств была определена ФГБУ «ГГО», которое осуществляло научно-техническое руководство всеми разработками.

Стоимость отечественного актинометрического комплекса ниже, чем зарубежного. При этом его обслуживание и метрологическое обеспечение требует меньших затрат, а сходимость с накопленными рядами данных.

Результаты натурных испытаний новых отечественных разработок, проведенных в ФГБУ «ГГО» и ФГБУ «НПО «Тайфун», а также выполненных на сети, показывают целесообразность переоснащения остальных 90 % наблюдательных пунктов Росгидромета актинометрическими приборами российско-белорусского производства.

РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЭВТРОФИРОВАНИЯ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Минина Л.И., Хоружая Т.А., Мартышева Н.А.
ФГБУ «ГХИ», Россия

Недостатком действующей в настоящее время системы государственного мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод суши ГСН является – незначительное использование специальных программ мониторинга, в том числе антропогенного эвтрофирования. Уже из определения термина «эвтрофирование» (повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов (ГОСТ 17.1.1.01)) следует, что обязательным элементом такой специальной программы должно быть определение содержания в воде биогенных веществ.

Режимные наблюдения по определению в воде содержания соединений азота, фосфора железа, на Цимлянском водохранилище позволяют без дополнительных затрат оценивать трофность воды с ранжированием в соответствии с современными представлениями и евростандартами, что по регулярным данным позволит получать характеристику процесса эвтрофирования, т.е. перейти к созданию соответствующей подсистемы. В настоящее время оценка трофности по данным химического мониторинга на водохранилище не проводится.

Антропогенные нагрузки на экосистему водохранилища, приводят к ускорению эвтрофирования, структурным преобразованиям, в том числе к усилению развития фотосинтезирующих организмов и «цветению» воды, ухудшению ее качества. Этот процесс принято считать антропогенным эвтрофированием (РД 52.24.620-2000). Таким образом, более полная оценка процесса эвтрофирования должна быть дополнена характеристикой состояния фитопланктона.

Выполненный анализ данных гидробиологических наблюдений сети Росгидромета, проведенных на водохранилище в 1984-1991 гг. (после 1991 г наблюдения были прекращены), а также экспедиционных исследований авторов и специалистов ГХИ и Южного отдела ИВП РАН позволил заключить, что характерной особенностью этого южного водохранилища является интенсивное развитие фитопланктона (максимальная биомасса их составляет более 500 мг/л) при больших пространственных масштабах (площадь «цветения» до 80% акватории) [Никаноров А.М., Хоружая Т.А., Мартышева Н.А. Метеорология и гидрология, 2012, №4]. Как и в других водохранилищах, наблюдается значительная пространственная неоднородность распределения водорослей в поверхностном слое воды, образование «пятен цветения». Характерно массовое развитие и доминирование сине-зеленых, в том числе видов, известных как «токсичные», что создает опасность токсификации водной экосистемы, структурным нарушениям, приводит к чрезвычайным ситуациям с питьевым водоснабжением (произошедшей, например, в 2009 г). Важно, что особенности жизнедеятельности сине-зеленых: способность усваивать азот атмосферы, переходить на гетеротрофное питание и другие адаптационные возможности, усугубляют эвтрофикацию из-за обогащения экосистемы биогенными веществами. Водоросли, в основном сине-зеленые и диатомовые, служат основными продуцентами органического вещества водохранилища.

Таким образом, необходимость гидробиологических наблюдений за состоянием фитопланктона очевидна. Желательно полностью восстановить их в пунктах и на вертикалях, где они ранее выполнялись Цимлянской ГМО. Для ранней диагностики экстремальных ситуаций интенсивного

«цветения» предлагается включить в систему наблюдения 3-5 пунктов оперативного гидробиологического контроля согласно РД 52.24.620-2000.

Приведенные обоснования положены в основу предложений по оптимизации мониторинга Цимлянского водохранилища, направленных в Комитет по охране окружающей среды при Администрации Ростовской области. Предложения включают позиции, касающиеся создания подсистемы наблюдений мониторинга антропогенного эвтрофирования, охвата акватории, пунктов, видов наблюдений, программ работ и определяемых показателей, а также обработки информации и комплексных оценок качества воды по загрязненности. Часть вопросов рассматривалась рабочей группой по реабилитации Цимлянского водохранилища, однако пока вопросы остаются открытыми.

Необходимо подчеркнуть, что общая эколого-токсикологическая ситуация на Цимлянском водохранилище весьма неблагоприятная, а условием ее улучшения является совершенствование системы мониторинга и его эффективность при интеграции деятельности всех участников. В настоящее время вполне реальным представляется совместное проведение работ УВР ЦВ и ЦГМС-Р и их координация.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ОЗЕРЕ БАЙКАЛ В РАЙОНАХ СИЛЬНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Никаноров А.М., Резников С.А., Матвеев А.А., Аракелян В.С., Халиков И.С.*
ФГБУ «ГХИ», Россия
***ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия**

Контроль качественного состояния донных отложений прибрежных районов озера Байкал выполняется Росгидрометом с 1969 г. Изучение накопления загрязняющих веществ в зообентосе впервые выполнено в системе наблюдений на озере в августе 2011 г. Особое внимание в мониторинге озера уделяется району выпуска сточных вод БЦБК. В результате сульфатно-целлюлозного производства бумаги при термической обработке древесины происходит образование бенз(а)пирена (БП), вследствие этого БП попадает в сточные воды. Контроль содержания БП в донных отложениях в районе сброса сточных вод БЦБК осуществляется Росгидрометом с 1981 г. В августе 2011 г. на полигоне были отобраны 30 проб донных отложений и 9 проб зообентоса. Донные отложения и биообразцы были проанализированы в Институте проблем мониторинга окружающей среды НПО «Тайфун». Закономерности накопления загрязняющих веществ в зообентосе озера в значительной мере определяются локальной литогеохимической обстановкой в донных отложениях и направлением подводного потока сточных вод. Обычно бентосные беспозвоночные обладают наиболее высокой степенью накопления БП и их концентрации коррелируются с уровнем накопления БП в донных отложениях.

Концентрация БП в зообентосе на полигоне в районе сброса сточных вод комбината находилось в пределах 0,04–0,78 мкг/кг сухого вещества при среднем содержании – 0,23 мкг/кг с.в. (фоновое содержание 0,12 мкг/кг с.в.). Концентрации БП, значительно превышающие среднее значение (0,34; 0,49; 0,78 мкг/кг с.в.), были отмечены в трех участках полигона, непосредственно расположенных вблизи выпуска сточных вод. В анализируемых пробах донных отложений и зообентоса были идентифицированы 17 представителей ПАУ. Доминирующими соединениями были характерные для сточных вод целлюлозно-бумажных комбинатов: пирен, хризен, флуорантен, бенз(а)пирен. Содержание последних от общей суммы ПАУ составило в среднем 8,6 %, 8,4 %, 12 %, 4,6 %. Концентрация БП в донных отложениях варьировало в пределах 0,3–17,1 мкг/кг с.о. Среднее содержание БП в донных отложениях на полигоне в район БЦБК в августе 2011 г. увеличилось по сравнению с августом 2010 г. в 1,5 раза – с 5,3 до 8,2 мкг/кг с.о. Донные отложения полигона загрязнены выше фона, согласно шкалы сравнительной оценки загрязненности донных отложений БП Института химии АН Эстонии, на 86 % территории полигона. Проведенные исследования показали отсутствие корреляции между концентрациями БП в зообентосе и загрязненностью им донных отложений, как для района БЦБК, так и для авандельты реки Селенга.

На авандельте реки Селенга впервые были проведены изучения содержания БП в донных отложениях в 1989 г. Последний был обнаружен во всех 20 исследованных образцах. Средняя концентрация БП на полигоне составила 2,6 мкг/кг при диапазоне изменений от 0,1 до 11,1 мкг/кг с.о. Эти значения не превышали фоновый уровень шкалы, однако в ряде проб илистых отложений в северо-западной части на глубинах 10 - 25 м авандельты в траверсе по основному выносу речной воды протокой Харауз концентрации БП достигали 7,5–11,1 мкг/кг с.о., что позволяет считать этот участок умеренно загрязненными. Распределение БП в 12 пробах донных отложениях, отобранных в 2011 г., также показывает на неоднородный характер распределения арена, диапазон содержания которого составил 0,03–7,8 мкг/кг с.о., среднее содержание 1,4 мкг/кг с.о. Отмечается значительное повышение содержания БП в илистых отложениях на глубинах 10–25 м

(3,3 мкг/кг с.о., 7,8 мкг/кг с.о.) по сравнению с его содержанием в более мелководных грубозернистых отложениях, что сопоставимо с данными по максимальному накоплению арена в 1989 г. По нашим данным можно судить об умеренном загрязнении авандельты реки. В траверсе основного выноса речной воды протоки Харауз на глубинах 10–25 м уровень содержания бенз(а)пирена в донных отложениях в 3–4 раза выше среднего значения для исследованного участка авандельты. На авандельте реки были отобраны 4 пробы зообентоса, в которых преобладающими по численности и биомассе были олигохеты, амфиподы. Содержание БП в зообентосе находилось в пределах 0,04–0,13 мкг/кг с.в., среднее 0,07 мкг/кг с.в. Среди идентифицированных ПАУ в донных отложениях и зообентосе были обнаружены 17 веществ. Доминировали нафталин и 1-метилнафталин, которые относятся уже к нефтяным полиаренам, содержание от общей суммы ПАУ составило в среднем 13,6 % и 10,7 %, соответственно. БП в среднем было 1,3%.

Приведенные данные пока свидетельствуют о незначительном накоплении БП в зообентосе, учитывая многочисленные данные о значительном накоплении арена в морских гидробионтах. Следует заметить, что пресноводные гидробионты на порядок чувствительнее по отношению к загрязняющим веществам при сравнении с морскими особями. Оценка уровня опасности содержания БП в донных отложениях и зообентосе требует дальнейшего тщательного изучения. Необходимо продолжить исследования для разработки конкретной шкалы оценки экологической опасности накопления БП в донных отложениях и зообентосе в озере Байкал, как это имеет место для ряда морских бассейнов.

К ВОПРОСУ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОТОКОВ

Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П.
ФГБУ «ГХИ», Россия

В области охраны качества воды трансграничных водных объектов важнейшим элементом процедуры согласования локальных решений являются система критериев и технологий оценки допустимости состояния водного объекта как во «внутренних» для каждого государства, так и в межгосударственных створах контроля. Необходимость постоянного совершенствования процедур проведения оценки состояния и повышения адекватности результатов оценки загрязненности трансграничных поверхностных вод очевидна. Практика использования конкретных методов оценки загрязненности должна со временем претерпевать изменения в свете развития научных знаний, понимания проблемы и требует постоянного совершенствования методов оценивания, повышения репрезентативности оценки качества воды трансграничных водных объектов.

Оценка качества воды по гидрохимическим показателям в трансграничных пунктах наблюдений проводится согласно действующего на сети Росгидромета руководящего документа [1] сравнением результатов наблюдений за содержанием различных химических веществ в воде трансграничных водных объектов с нормативными качествами воды. Однако, в практике водохозяйственной эксплуатации водных объектов остро ощущается необходимость использования комплексного подхода к изучению состояния водных объектов как с точки зрения учета разнообразия одновременно присутствующих в воде химических веществ, так и отражения в оценках влияния на загрязненность водных объектов изменчивости гидрологического режима.

Развитие отдельных аспектов данного направления исследований сопрягается с рядом практических трудностей: наличие на ряде водных объектов несоответствия расположения пунктов гидрохимических наблюдений и гидрологических постов; недостаточные для подобного рода исследований ряды гидрохимических наблюдений, поскольку большинство трансграничных пунктов являются пунктами 4-й категории; ограниченность доступа к текущей гидрологической информации, как к ежедневным значениям расходов воды, так и к обобщенным характеристикам; не всегда удовлетворительное соответствие сроков отбора проб воды на химический анализ фазам водного режима и др.

Предлагаемое усовершенствование технологии оценивания загрязненности трансграничных вод предполагает усиление комплексности подхода к решению задачи путем:

– введения в официальную процедуру оценивания качества трансграничных вод некоторых интегральных количественных оценок и качественных характеристик из системы комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям [2], официально функционирующей в системе Росгидромета РФ (класс качества, значение УКИЗВ, характеристика степени загрязненности комплексом характерных химических веществ, присутствующих в воде трансграничных водных объектов);

– выделение репрезентативных загрязняющих веществ с учетом уровня и устойчивости загрязненности воды каждым из них в соответствии с технологией комплексной оценки степени загрязненности воды водных объектов по гидрохимическим показателям, внедренной в системе Росгидромета (ФГБУ «ГХИ»);

– дополнения системы комплексной оценки степени загрязненности воды по гидрохимическим показателям, вводимой для трансграничных водных объектов оценками относительных объема и продолжительности загрязненного (чистого) водного стока для выделенных на предыдущей стадии оценивания качества воды в конкретном трансграничном створе репрезентативных, загрязняющих веществ по методу, разработанному ранее [3].

Совмещенная обработка гидрохимической и гидрологической информации по методам комплексной оценки степени загрязненности воды ГХИ и, частично, интегральной гидролого-гидродинамической оценки качества воды ГГИ обеспечит разносторонний подход к оценке, повысит адекватность, отразив пространственно-временные изменения качества воды на трансграничных участках.

Список использованных источников:

1. РД 52.24.508-96. МУ Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 44 с.
2. Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – 2005. – т.32. - №1. - С. 61-69.
3. Караушев А.В., Скакальский Б.Г., Шварцман А.Я. Методические основы оценки антропогенного воздействия на качество поверхностных вод. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 175 с.

ПОДХОДЫ К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ, ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИОАКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Соколова Л.П.
ФГБУ «ГХИ», Россия

Для научно-методического обеспечения инновационной технологии функционирования государственной сети наблюдений и распространения гидрохимической информации о загрязнении поверхностных вод необходимо совершенствование методических основ комплексного оценивания качества поверхностных вод. Развитие науки, возрастающая актуальность вопросов загрязненности, качества поверхностных вод способствовали методологическому и методическому развитию исследований в гидрохимии, направленных на совершенствование показателей загрязненности вод суши.

В настоящее время четко прослеживается тенденция как усиления дифференциации, так и интеграции проблемы комплексных оценок. В первом случае обеспечивается детальное изучение качества воды по отдельным характеристикам (гидрохимическим, гидробиологическим и др.), в другом – одновременный учет разнообразных свойств.

Предлагается методический подход, который совмещает комплекс разноплановых составляющих качества воды и позволяет выйти на единый оценочный результат. Структурной основой предлагаемого варианта методики являются отдельно проводимые обработка, анализ и обобщение первичных данных по трем отдельным блокам (оценка химического состава и свойств воды, гидробиологическая оценка, оценка радиоактивного загрязнения поверхностных вод). Сопоставлением и совмещением результатов одновременно по всем учитываемым свойствам обеспечивается получение результирующей оценки качества воды в четвертом блоке.

В блоке по гидрохимическим показателям качество воды водных объектов условно принимается как функция количества загрязняющих веществ, их индивидуальных особенностей, устойчивости и уровня загрязненности воды каждым ингредиентом, различных комбинаций оценочных характеристик, эффекта суммарного токсического действия [1]. На первом этапе предусматривается проведение покомпонентного анализа химического состава воды и его режима, на втором – перевод полученных оценочных показателей в интегральные количественные и качественные характеристики.

В блоке по гидробиологическим показателям принципиальной основой является определение направленности и уровня развития основных внутрисистемных процессов. Оценивается эффект антропогенного воздействия, состояния экосистемы, уровень развития преобладающего процесса [2-4].

В блоке по показателям радиоактивного воздействия установление радиоактивного загрязнения поверхностных вод проводится исходя из принципа нормирования [5]. Предусматривается проведение анализа данных по отдельным и при совместном присутствии в воде некоторых радионуклидов.

Проведенные расчеты позволяют получить набор формализованных гидрохимических, гидробиологических оценок и относительных показателей радиоактивного воздействия, которыми можно пользоваться как в отдельности, так и в совокупности. Получение обобщенной характерис-

тики качества воды водного объекта осуществляют, проводя логическое совмещение результатов по каждому из блоков. Оценка качества воды по гидрохимической классификации дополняется выводами о состоянии водной системы с гидробиологических позиций. Лимитирующим является блок радиоактивного загрязнения.

Дальнейшее развитие работ в направлении усовершенствования имеющихся, разработки новых методик оценивания качества поверхностных вод позволит повысить адекватность и надежность информации о качестве воды водных объектов.

Список использованных источников:

1. Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. – 2005. – т.32. - №1. - С. 194-196.
2. РД 52.24.620-2000. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и функционирования специальной подсистемы мониторинга эвтрофирования пресноводных экосистем.
3. РД 52.24.635-2002. Методические указания. Методические основы создания и функционирования подсистемы мониторинга экологического регресса пресноводных экосистем.
4. Р 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши.
5. Нормы радиационной безопасности НРБ-99. - М: Агрохим, 2000.

МОНИТОРИНГ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ (PM10, PM2,5) В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В УЗБЕКИСТАНЕ

Нишонов Б.Э., Гранкина Г.Н., Чуб В.Е., Кадыров Б.Ш.
НИГМИ Узгидромета, Узбекистан

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из главных проблем охраны окружающей среды в Республике Узбекистан. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в республике являются автотранспорт, предприятия энергетики, металлургии, нефтяной, газовой и химической промышленности. Наиболее часто выбрасываемыми загрязняющими веществами в атмосферный воздух республики являются оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, твердые частицы, углеводороды, бенз(а)пирен и другие. Общеизвестно, что токсические выбросы предприятий и транспорта отрицательно влияют на здоровье населения, поэтому проводится постоянный мониторинг за содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Задача мониторинга загрязнения окружающей среды заключается в своевременном определении содержания загрязняющих веществ в целях предотвращения и снижения негативных последствий влияния на здоровье человека и окружающую природную среду. Эти негативные последствия связаны в целом, присутствием загрязняющих веществ в окружающей среде, в частности взвешенных частиц (PM) в воздухе. Потенциальная опасность мелкодисперсных взвешенных частиц связана с их способностью адсорбировать из атмосферного воздуха токсичные вещества (тяжелые металлы, бенз(а)пирен, другие опасные органические вещества) на своем «теле». Эти вредные вещества, попадая в организм человека с взвешенными частицами, приводят к различным заболеваниям. Взвешенные частицы различаются по размеру, составу и происхождению. По размеру они классифицируются: сумма взвешенных частиц (пыль), частицы с диаметром менее 10 мкм (PM10), частицы с диаметром менее 2,5 мкм (PM2,5), грубая фракция (частицы с диаметром между 2,5 и 10 мкм), частицы с диаметром менее 1 мкм (PM1). Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на здоровье населения оказывает влияние как краткосрочное (среднее за 24 часа), так и длительное (среднее за год) воздействие взвешенных частиц, находящихся в атмосферном воздухе. При дыхании частицы размером свыше PM10 остаются в верхней части дыхательных путей человека и, следовательно, не влияют на заболеваемость и смертность. Частицы размером от 2,5 до 10 мкм проникают в легкие и бронхи и вызывают болезни дыхательных путей. Частицы размером менее 2,5 мкм при долговременном воздействии вызывают сердечнососудистые заболевания.

Европейское региональное бюро ВОЗ рекомендуют странам ВЕКЦА направить усилия на снижение концентрации в атмосферном воздухе основных загрязняющих веществ, таких как взвешенные частицы (PM10 и PM2,5), NO_x, SO₂ и озон.

В Узбекистане мониторинг загрязнения атмосферного воздуха осуществляет Центр гидрометеорологической службы (Узгидромет). Наблюдения проводятся в 28 городах и населенных пунктах и на 1 станции фоновый мониторинга. В общей сложности работают 62 стационарных поста, на которых контролируются 12 газовых примесей, 4 тяжелых металла и бенз(а)пирен. Как правило, мониторинг загрязнения атмосферного воздуха охватывает пять основных примесей: пыль (твердые взвешенные частицы), оксид углерода, диоксид и оксид азота, диоксид серы. Другие ингредиенты определяются в зависимости от состава промышленных выбросов и особенностей городов и прилегающих территорий. Специализированные инспекции аналитического контроля

(СИАК) Госкомприроды осуществляют контроль 136 источников загрязнения. Аналитический контроль выполняется от 4 до 25 основных ингредиентов (пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота) и достигает до 39, в зависимости от профиля близлежащих промышленных объектов. Но мониторинг мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе в Узбекистане этими организациями не проводился.

Узгидромет в рамках проекта ВОЗ «Охрана здоровья от изменения климата в Республике Каракалпакстан» с августа 2011 г. начал осуществлять мониторинг мелкодисперсных частиц (PM10 и PM2,5) в городах Ташкент и Нукус. Наблюдения проводятся на стационарных постах, где установлены современные пробоотборные устройства на PM10 и PM2,5. Отбор проб атмосферного воздуха осуществляется круглосуточно, замена фильтров производится автоматически. Гравиметрический анализ фильтров осуществляется в лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха Узгидромета в соответствии с требованиями стандартов EN 12341 и EN 14907.

Полученные предварительные результаты показывают, что средняя концентрация PM в атмосферном воздухе гг. Ташкент и Нукус в основном соответствует третьему промежуточному нормативу ВОЗ, который составляет для PM10 – 75 мкг/м³ и для PM2,5 – 37,5 мкг/м³. Более подробная информация о соответствии загрязнения воздуха этих городов мелкодисперсными частицами нормативам ВОЗ будет получена и проанализирована после завершения годового цикла наблюдений.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ САМООЧИЩЕНИЯ И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КАЗАНИ

Переведенцев Ю.П., Хабутдинов Ю.Г.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Целью работы является исследование динамики качества атмосферного воздуха в Казани, изменяющегося в результате взаимодействия антропогенных и природных факторов. В качестве исходных данных использованы материалы ежегодных Государственных докладов о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан (1993–2010 гг.), приземные метеорологические наблюдения метеорологической обсерватории Казанского федерального университета (1984–2010 гг.). Для оценки экологического состояния атмосферы анализируется изменчивость коэффициента самоочищения K_m предложенного Т.С. Селегей.

Межгодовая изменчивость среднегодовых значений K_m находится в интервале 0,7–3,3. Для аппроксимации полученных данных по методу наименьших квадратов использовано полиномиальное уравнение четвертой степени.

При этом наибольший вклад при неблагоприятных условиях самоочищения вносят застойные ситуации, в том числе значительная повторяемость 30–40 % слабого ветра (0–1 м/с). Условия, благоприятные для самоочищения атмосферы характеризуются большей повторяемостью осадков 35–45 %, которые наблюдались в период 1985–1995, 2000–2007 гг. В связи с проведением в Казани в 2013 г. Всемирной Универсиады несомненный интерес вызывает состояние атмосферного воздуха. В качестве характеристики качества атмосферного воздуха рассмотрен индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Наблюдавшийся в 1986–1987 гг. высокий уровень загрязнения атмосферы – ИЗА (8–10) сменился в 1988–1989 гг. на повышенный – ИЗА (5–6). Начиная с 1995 г. по 1998 г. уровень загрязнения характеризовался как низкий: ИЗА (3–4). В дальнейшем отмечается повышенный уровень загрязнения (ИЗА ~ 5). В настоящее время уровень загрязнения атмосферы в Казани – высокий ИЗА (9–13).

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и автомобильного транспорта снизилась от максимума в 191,2 тыс.т./год в 1988 г. до минимума в 68,3 тыс.т./год в 1998 г., и начиная с 1999 г. увеличивались до 136,5 тыс.т./год в 2009 г. В период 1989–1993 гг. выбросы автотранспорта и промышленности оказались сопоставимыми выбросы от автотранспорта. Начиная с 1994 г. динамично возрастали, в основном за счет автотранспорта физических лиц и достигли в 2009 г. 83,3 тыс.т. в год. Качество атмосферного воздуха определяется как естественными (метеорологическим потенциалом самоочищения атмосферы), так и антропогенными (вредными веществами, поступающими от стационарных источников и автотранспорта) факторами. По исходным данным получено уравнение множественной линейной регрессии для расчета качества атмосферного воздуха:

$$ИЗА = 0,81 K_m - 0,14 П + 0,13 A + 2,92 (R = 0,875),$$

где $П$ – выбросы от стационарных источников; A – выбросы автотранспорта. R – коэффициент корреляции. Оценка показала, что ИЗА зависит от указанных переменных на 77%. Теснота связи по шкале Чеддока – высокая.

Выводы:

1. Величина метеорологического потенциала самоочищения атмосферы всего рассматриваемого периода указывает на благоприятные условия рассеивания вредных веществ в городе ($K'm=1,8$). Атмосферные процессы периода 2007–2010гг. создают ограниченно благоприятные условия рассеивания примесей ($K'm=1,2-0,8$), вследствие увеличения повторяемости штилей и слабого ветра.

2. Качество атмосферного воздуха по индексу загрязнения атмосферы характеризуется, начиная с 2002 г. как высокое ИЗА=8,9–11,8. Вклад бенз(а)пирена и формальдегида в ИЗА составляет 70%, что указывает на преобладание выбросов автотранспорта. В динамике выбросов загрязняющих веществ в городском воздухе возрастает доля выбросов от автотранспорта физических лиц.

3. Решение проблемы качества атмосферного воздуха города состоит в оптимизации организации движения автотранспорта, повышении качества топлива и работы двигателей.

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НАНОСОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Поздняков Ш.Р.

Институт озераедения РАН, Россия

Гранулометрический состав наносов это одним из основных факторов, определяющих их водно-физические и механические свойства. Сейчас для выполнения работ, связанных с мониторингом загрязнения водных объектов, используется система, принятая в классической гидрологии и на сети Росгидромета (табл. 1).

Таблица 1. Классификация частиц наносов по размерам на сети Росгидромета, d (мм).

Подфракции	Фракции						
	Валуны	Галька	Гравий	Песок	Пыль	Ил	Глина
Крупные	Больше 100	100–50	10–5	1,0–0,5	0,1–0,05	0,010–0,005	Меньше 0,001
Средние		50–20	5–2	0,5–0,2	—	—	
Мелкие		20–10	2–1	0,2–0,1	0,05–0,01	0,005–0,001	

До последнего времени на практике применялись 4 метода разделения по крупности – обмер частиц (для частиц размерами от 100 и более мм до 10 мм), использование сит (для размеров 1–10 мм), фракциометра (для размеров 0,05–1 мм) и пипеточной установки (для размеров 0,001–0,05 мм). Два последних метода называются гидравлическими, поскольку основаны на принципе осаждения частиц в стоячей воде. Т. е., использование того или иного метода зависит от крупности анализируемых наносов. Эти же принципы накладывают и ограничение на их применимость, которая обусловлена скоростью осаждения частиц, именуемой гидравлической крупностью. Как известно, гидравлическая крупность частиц размером 0,001 мм составляет 0,000 000 78 м/с, т.е. за сутки эти частицы оседают лишь на 6,7 см. Частицы меньшего размера могут не осесть вовсе. В этой связи оценка гранулометрического состава наносов и их дифференциация по размерам осуществлялась только до крупности 0,001 мм.

Однако результаты последних исследований показали, что информация о гранулометрическом составе наносов размером менее 1 мкм является очень важной, поскольку эти частицы обладают высокой проникающей способностью. В этой связи, в настоящее время в рамках Государственного санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации разработаны «Методические рекомендации по выявлению наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека (МР 1.2.2522-09)». При этом в явном виде подтверждается, что размер имеет важнейшее значение независимо от степени загрязнения при оценке опасности для здоровья человека.

Приведенные выше рассуждения, настоятельно требуют расширения принятой в классической гидрологии шкалы фракционного состава наносов и распространять дифференциацию наносов по крупности в нанометрический диапазон размеров. Поскольку частицы, имеющие размеры в

этом диапазоне относятся к коллоидам, то и фракцию наносов мельче 0,001 мм, можно было бы назвать «фракцией коллоидов» (таблица 2). При этом нижний диапазон, по-видимому, следует ограничить значением 0,001 мкм, т. е. 1 нм. Это нижняя граница области коллоидов, и значение мельче которого гетерогенная система переходит вскоре в гомогенный молекулярный раствор.

Таблица 2. Классификация частиц наносов фракции коллоидов по их размерам d (мкм)

Фракция	Подфракция	Размер d , мкм	Оценка опасности в баллах в соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению наноматериалов...».
Коллоиды дисперсные	Крупные	1–0,5	0
	Средние	0,5–0,2	0
	Мелкие	0,2–0,1	1
Коллоиды ультрадисперсные	Крупные	0,1–0,05	2
	Средние	0,05–0,005	3
	Мелкие	0,005–0,001	4

Как видно из данной таблицы, указанные предельные размеры отдельных подфракций максимально сохраняют принцип их разделения, принятый в классической гидрологии и, вместе с тем, обеспечивают оценку их опасности в соответствии с указанными Методическими рекомендациями. Предлагаемое расширение классификации наносов позволяет в совокупности с ранее применявшейся таблицей гранулометрического состава охватывать весь диапазон возможных размеров частиц, встречающихся в реках, озерах и водохранилищах. При этом данное расширение обеспечивает качественный переход в теории и практике исследований наносов в водных объектах. Детальный анализ гранулометрического состава частиц размером менее 1 мкм позволяет получить информацию о наиболее важных и удельноёмких наносах для понимания процессов переноса загрязнений на их поверхности.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Предеина Л.М., А.Н. Штылев А.Н.*
ФГБУ «ГХИ», Россия *ЮФУ, Россия

Оценка органического загрязнения водных объектов, представленного большим количеством веществ биогенного и антропогенного происхождения, является важной характеристикой их состояния. Разработанные относительные интегральные показатели для оценки суммарного содержания органических веществ, ХПК и БПК₅, широко используются в практике мониторинга природных и сточных вод. БПК₅ входит не только в полные, но и в сокращенные программы мониторинга поверхностных вод, что свидетельствует о значимости данного показателя в контроле их качества. В гидрохимической практике БПК₅ используется как показатель содержания легкоокисляемых органических веществ. В то же время известно, что значения данного показателя обусловлены не только содержанием легкоокисляемых органических веществ, но и активностью микроорганизмов, которая, в свою очередь, зависит от множества факторов, включая концентрацию токсичных веществ, подавляющих процессы потребления кислорода. Тяжелые металлы, являясь приоритетными загрязняющими веществами в поверхностных водах, воздействуют на активность микроорганизмов, что может привести к нарушению соотношения между содержанием органических веществ и значением БПК₅ и, таким образом, к ошибочным оценкам органического загрязнения воды.

В этой связи были проведены эксперименты по изучению влияния соединений железа, меди, цинка и кадмия на биохимическое потребление кислорода природных вод за 5 суток (БПК₅). Исследование воздействия сульфатов железа (III), меди и цинка проводили в стеклянных аквариумах вместимостью 10 л на природной воде, отобранной на относительно незагрязненном участке реки Дон. Пробы воды для определения БПК₅ отбирали из аквариумов через 3 ч, 2 и 4 сут. после внесения металлов. Влияние кадмия на БПК₅ изучали в мезокосмах, которые были установлены в мелком, хорошо прогреваемом эвтрофном пруду.

Как показали результаты экспериментов, наименьшая концентрация Fe, 0,5 мг/л, практически не оказывала влияния на показатель БПК₅. Концентрации Fe 1, 2 и 5 мг/л в пробах, отобранных через 3 ч и 2 сут. после внесения металла, также не оказывали влияния на БПК₅. При отборе проб через 4 сут. после добавок этих концентраций Fe наблюдалось некоторое снижение значений БПК₅ на 24–26 %. Определение растворенного Fe показало, что через 1 сут. после внесения его концентрация значительно снижалась во всех аквариумах до уровня ПДК и ниже. Это, по-видимому, явилось основной причиной отсутствия отличий в изменениях БПК₅ при воздействии разных концентраций металла.

Влияние меди и цинка на показатель БПК₅ изучали при отдельном и комбинированном внесении металлов в аквариумы. При кратковременном экспонировании аквариумов с добавками низких концентраций Cu и Zn, соответственно 5,0 и 10,0 мкг/л, значения БПК₅ практически не изменялись по сравнению с контролем, как при отдельном, так и при комбинированном внесении. При воздействии Cu в концентрации 5 мкг/л в течение 4-х сут. отмечено повышение БПК₅ на 30 % при отдельном внесении и в сочетании с низкими концентрациями Zn. Таким образом, Cu оказывает более сильное влияние на показатель БПК₅.

Высокие концентрации Cu и Zn, соответственно 50 и 100 мкг/л, при отдельном внесении приводили к снижению показателя БПК₅ на 27 % лишь при кратковременном экспонировании в

течение 3 ч после добавки. При комбинированном внесении этих металлов, наиболее значительное отклонение показателя БПК₅ от контроля наблюдалось в вариантах с высокими концентрациями Си. Через 3 ч после внесения металлов в этих вариантах наблюдалось уменьшение БПК₅ на 25–27 %, а через 4 сут. в варианте с высокими концентрациями обоих металлов отмечено существенное, на 60%, увеличение значений БПК₅.

Эксперимент в мезокосмах проводили в течение 25 суток. Все исследованные концентрации кадмия, 250 мкг/л, 500 мкг/л, 750 мкг/л., через 3 ч после их внесения в мезокосмы вызывали увеличение БПК₅ от 20% до 80%, а через 1 сут. – снижение его значений на 23–45 %. Эффект угнетающего влияния кадмия на БПК₅, сохранявшийся в течение всего эксперимента, к концу наблюдений составил от 83 % до полного подавления активности микрофлоры.

Таким образом, для корректной интерпретации значений БПК₅ в природных водах, в особенности при чрезвычайных ситуациях, необходимо учитывать влияние тяжелых металлов, которые, в зависимости от их концентраций, времени присутствия в воде и трофического статуса водных объектов, могут оказывать как стимулирующее, так и угнетающее воздействие на этот показатель.

МОНИТОРИНГ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭПИГЕЙНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ В НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Пчелкин А.В. , Пчелкина Т.А.*

ФГБУ «ИГКЭ» Росгидромета и РАН, Россия

* Московский педагогический государственный университет, Россия

Лишайники являются классическими биологическими индикаторами поллютантов, что позволяет использовать их в системе мониторинга загрязнения. Лишайники различных экологических групп играют большую роль в круговороте веществ, энергетическом балансе. Особенно это касается экосистем Севера. В то же время лишайники, в силу своих физиологических особенностей, таких как медленный рост, сложные симбиотические взаимоотношения гриб-водоросль и высокая чувствительность к загрязнению, наиболее подвержены воздействию антропогенного прессинга, поэтому крайне актуален вопрос восстановления их биоразнообразия.

Следует различать деградацию напочвенного лишайникового покрова в результате контактного прессинга (вытаптывание, перевыпас, промышленные разработки полезных ископаемых, прокладка трубопроводов и т.д.), влияния загрязнения (атмосферные поллютанты, кислые дожди и т.д.), изменение среды обитания.

Примером изменения среды обитания может служить влияние Рыбинского водохранилища на эпигейную лишайнофлору в лишайниковых сосняках. Образовавшееся водохранилище сильно изменило гидрологический режим почв в лишайниковых сосняках; в результате периодических затоплений прежняя растительность полностью погибла. В северных районах изменение границы лес-тундра вследствие климатических факторов приводит к сокращению площадей, занятых ягельниками.

Перевыпас, особенно в пустынных и тундровых биогеоценозах, отрицательно влияет на эпигейную лишайнобиоту, приводя к обеднению видового состава, уменьшению проективного покрытия лишайников. Вытаптывание, например, в лишайниковых борах, сопровождается снижением степени проективного покрытия лишайников; кустистые виды, в основном из рода *Cladonia*, перетираются, а обломки талломов вымываются дождем; в дальнейшем обнажается почва и начинается смыв гумусового горизонта, в борах-беломошниках, зеленомошниках, брусничных и черничных сосняках при вытаптывании деградирует весь живой напочвенный покров, остаются лишь виды, наиболее устойчивые к рекреационному воздействию. Снижается фитомасса доминантов мохово-лишайникового ярусов, снижается высота кустиков лишайников и дерновин мхов.

Деградация лишайникового покрова сопровождается изменениями в почвенном микробоценозе. Почвенные лишайники оказывают различное воздействие на почвенную микрофлору. В случае формирования ценоза на почвах, бедных органическим веществом и минеральными элементами, а также на ранних стадиях процесса почвообразования лишайники могут оказывать стимулирующее воздействие на развитие почвенной микрофлоры, благодаря выделению продуктов метаболизма и изменению режима влажности под лишайниковым покровом. Если же продукты метаболизма лишайников обладают выраженной антибиотической активностью, формирование микробоценоза может тормозиться. В случае загрязнения воздуха, у напочвенных лишайников наблюдается изменение форм, угнетенность, отсутствие соредиозного слоя, деградация первичного слоевища, исчезновение филлокладиев, разрывы к коровому слою, замедление и прекращение прироста. В зоне аэротехногенного влияния преобладают темно-серые, грязно-

ватые и черные подстилки, отличающиеся от здоровых в контроле. При разработках полезных ископаемых, прокладке дорог, трубопроводов и т.д. происходит полное нарушение почвенного покрова. Все приведенные случаи могут, разумеется, действовать и комплексно, усиливая или, реже, ослабляя степень деградации почвенного лишайникового покрова.

При восстановлении нарушенного растительного покрова необходимо минимизировать те причины, которые привели к деградации эпигейной лишайнобиоты. Это снижение аэрогенного и техногенного загрязнения, уменьшение рекреационных нагрузок. В случае перевыпаса необходимо четкое чередование эксплуатируемых участков, учитывающее при этом скорость восстановления лишайникового покрова. Весьма перспективен способ ускоренного восстановления эпигейного лишайникового покрова с помощью стимуляторов роста, в частности гибберелинов. На промышленных отвалах и участках прокладки трубопроводов, где лишайниковый покров полностью нарушен, возможен искусственный подсев тех видов, которые размножаются участками таллома. Перспективна обработка земель биологическими смесями, содержащими фрагменты талломов, стимуляторы роста, стабилизаторы, наполнители и т.д. Восстановление эпигейного лишайникового покрова в тех экосистемах, где лишайники являются одними из доминирующих компонентов, благоприятно скажется на всем биогеоценозе, включая микробиоценоз.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ

Решетняк О.С., Лаврищев А.С.*
ФГБУ «ГХИ», Россия
***Геолого-географический факультет ЮФУ, Россия**

В современных условиях антропогенного воздействия происходит трансформация экологического состояния речных экосистем под влиянием природных, антропогенных и внутрисистемных факторов. Учитывая тесную взаимосвязь в водных экосистемах гидробиоценозов, среды их обитания и внешнего антропогенного воздействия, особенно актуальным является оценка региональных особенностей функционирования и изменчивости экологического состояния речных экосистем.

Исследования последних лет показывают, что большинство речных экосистем испытывают повышенную антропогенную нагрузку. В водной среде многих рек России происходит накопление органических и биогенных соединений, загрязняющих веществ, таких как фенолы, нефтепродукты и соединения тяжелых металлов до концентраций, значительно превышающих ПДК. Это является одной из основных причин формирования нового «антропогенно-измененного» экологического состояния речных экосистем, при котором изменяется их трофический статус и снижается экологическая емкость.

Анализ многолетней режимной гидрохимической информации ГСН показал, что антропогенное воздействие на экосистемы рек России продолжает оставаться довольно высоким и в новом тысячелетии. Периодически экстремально высокий уровень загрязненности водной среды фиксировался:

– на реках Кольского полуострова (рр. Ньюдай, Белая, Травяная, Колос-йоки и др.) по соединениям меди (кратность превышения ПДК достигала 52–257), соединениям никеля (50–253 ПДК) и соединениям молибдена (5–220 ПДК);

– на реках Севера и Сибири (рр. Обь, Полуй, Северная Сосьва, Иртыш, Омь, Тобол, Тура и др.) по соединениям марганца (50–211 ПДК), соединениям меди (51–384 ПДК) и нефтепродуктам (53–330 ПДК);

– на реках юга России (рр. Волга, Дон) по соединениям марганца (52–116 ПДК), соединениям ртути (6–20 ПДК), ДДТ (6–24 ПДК) и сероводороду (более 200 ПДК в экосистеме Нижней Волги);

– на реках Дальнего Востока (рр. Амур, Левая Силинка, Холдоми и др.) по соединениям свинца (5–18 ПДК), соединениям меди (50–217 ПДК) и соединениям марганца (51–158 ПДК) и реках о-ва Сахалин (рр. Тымь, Поронай, Найба, Сусуя и др.) по соединениям ртути (6–245 ПДК), соединениям марганца (54–90 ПДК) и аномально высокое содержание фенолов и сероводорода.

Столь высокий уровень антропогенного воздействия неизбежно сказывается на экологическом состоянии речных экосистем. Для выявления заметных отклонений в экологическом состоянии водных экосистем необходимо проследить за изменениями, происходящими в гидробиоценозах, функционирование которых находится в прямой зависимости от степени загрязненности водной среды. Поступление в речные экосистемы больших объемов химических соединений антропогенного происхождения приводит к упрощению отношений между сообществами водных организмов и средой их обитания и к организационной деградации (экологическому регрессу).

Результаты режимных гидробиологических наблюдений показывают, что около 30% контролируемых ГСН речных экосистем России находятся в состоянии антропогенного экологического или метаболического регресса. Такие водные экосистемы становятся наиболее уязвимыми при дальнейшем антропогенном воздействии вследствие резкого снижения их экологической емкости. При этом возрастает потенциальная возможность возникновения чрезвычайных экологических ситуаций для них, поскольку способность речных экосистем к самоочищению становится недостаточной, чтобы «переработать» огромные массы загрязняющих веществ.

Токсический эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы, вызывающий элементы экологического регресса отдельных сообществ, отчетливо проявляется в развитии гидробиоценозов рек Кольского Севера и нижних участков рек Дальнего Востока (рр. Сусуя, Найба, Черная, Раздольная и др.). Эвтрофирующий эффект антропогенного воздействия на речные экосистемы изучен на основе анализа многолетней сукцессии зоопланктонных и фитоперифитонных сообществ и особенно четко проявляется в речных экосистемах Юга России (рр. Волга, Дон, Северский Донец, Самара, Сить и др.).

Стоит отметить, что основное внимание при оценке трансформации экологического состояния речных экосистем необходимо уделять приоритетным загрязняющим веществам, которые формируют высокий и экстремально высокий уровень загрязненности воды, а также выявлению характерных откликов гидробиоценозов на резкое изменение качества водной среды их обитания.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ В ДИАГНОЗЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Свистов П.Ф., Полищук А.И., Першина Н.А.
ФГБУ «ГГО», Россия

1. В природе осадки играют основную роль в поступлении воды на земную поверхность, увлажнении почвы, пополнении грунтовых вод и в самоочищении атмосферы от газообразных и аэрозольных примесей. Ежегодно на каждый квадратный километр поверхности Земли с осадками поступает от 1 до 500 тонн вещества и около тонны углекислого газа, причем, минерализация осадков нередко сопоставима с минерализацией поверхностных вод суши. В 2010 г в среднем по Российской Федерации (РФ) выпало более 5, а по Республике Татарстан (РТ) 4,8 тонны растворимого в воде вещества.

2. Выполнен анализ многолетнего хода суммарной минерализации атмосферных осадков в целом по территории РФ (с 1995 по 2011 годы) и на территории Республики Татарстан (с 2006 по 2011 год). Рассмотрено изменение трех диапазонов минерализации осадков. Нижний интервал (до 15 мг/л) соответствует верхнему значению минерализации осадков на станциях фонового мониторинга; средний (15 < M ≤ 30 мг/л) характеризует зоны, расположенные на незначительном расстоянии от антропогенных источников загрязнения воздуха. В крупных и в промышленных городах в 80% случаев минерализация осадков выше 30 мг/л. В обоих случаях последние три года уменьшается доля наиболее загрязненных осадков и возрастает доля осадков, характерная для станций фонового уровня.

Таблица. Качественная оценка состояния окружающей природной среды по данным о химическом составе атмосферных осадков.

Показатель	Единицы измерения	Баллы					
		0	1	2	3	4	5
M	мг/л	≤ 3	≤ 15	≤ 30	≤ 50	≤ 100	> 100
k	мкСм/см	≤ 5	≤ 30	≤ 60	≤ 120	≤ 250	> 250
pH	pH=-lg[H ⁺];	5,5–6,5	5,5–5,0	5,0–4,5	4,5–4,0	4,0–3,5	< 3,5
	[H ⁺], г-ион/л		6,5–7,0	7,0–7,5	7,5–8,0	8,0–8,5	> 8,5
Cd	мг/л	0,001	0,003	0,01	0,05	0,1	> 0,1
Pb	мг/л	0,01	0,03	0,1	0,3	0,5	> 0,5
Zn	мг/л	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 5,0	> 5
SO ₄ ⁻²	мг/л	≤ 1,0	≤ 3	≤ 5	≤ 7	≤ 10	> 10
NO ₃ ⁻	мг/л	≤ 0,1	≤ 1	≤ 2	≤ 4	≤ 7	> 7
NH ₄ ⁺	мг/л	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	≤ 2	≤ 5	> 5
Возможные изменения флоры и фауны		Отсутствуют	Слабые	Угнетение роста	Угнетение роста и гибель		Гибель
Экологические зоны		Экологическая норма		Зона риска	Зона кризиса	Зона экологического бедствия	

3. В осадках обнаружены все элементы и вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе. На основе данных о химическом составе и кислотности осадков по отечественным и зарубежным источникам авторами предлагается качественная оценка (диагноз) состояния окружающей природной среды. Наибольшую опасность для экосистем представляют: величина pH, концентрации кадмия, свинца и аммония.

4. По данным измерений химического состава осадков на станциях Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО), расположенных в различных климатических и географических зонах Европейской и Азиатской территории России, оцениваются естественный и антропогенный вклады в суммарную минерализацию в различных регионах. Проанализированы данные измерения состава 5000 проб за период, начиная с 1983 года. Рассматривается вклад морской и континентальной составляющей в атмосферные осадки от различных источников. Континентальная составляющая включает в себя аэрозольную и газовую составляющие. Аэрозольная составляющая может быть как естественного, так и антропогенного характера.

Доля **морской составляющей** в осадках изменяется от 14 до 28 %, в зависимости от местонахождения станции, и в среднем составляет около 22,5%. Так в Сихотэ-Алинском БЗ, расположенного в относительной близости Тихоокеанской акватории, и на их долю приходится 28%, а в Приокско-Террасном БЗ, расположенном в глубине континента, – всего около 14%.

Вклад **аэрозольной составляющей** во многом зависит от характера подстилающей поверхности. Расчеты показывают, что вклад почвенной эмиссии в состав атмосферных осадков на фоновых станциях изменяется от 15% в Приокско-Террасном БЗ до 45% на станции Хужир, находящейся на берегу озера Байкал. В составе атмосферных осадков высотных станций Шаджатмаз (36%) и Хамар-Дабан (40%) также значителен вклад континентальных минеральных солей, как результат выветривания горных пород. В среднем доля континентальной составляющей в составе атмосферных осадков достигает 30,6%.

Основным источником **газовой составляющей** является промышленность. К ним относятся оксиды серы, азота и аммиак, которые в результате различных превращений и взаимодействия с атмосферной влагой образуют кислоты, и аммоний. Содержание таких компонентов в атмосферных осадках зависит как от глобальных источников, вследствие дальних переносов, так и локальных. В зависимости от этого их вклад может изменяться в широких пределах. Среднее значение газовой составляющей в атмосферных осадках фоновых станций по результатам расчетов составило 42%.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ДИНАМИКА АЗОТА НИТРАТНОГО И САМООЧИЩАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ р. БЕРЕЗИНЫ)

Селицкая В.В.

ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды», Беларусь

Основной проблемой загрязнения поверхностных вод Беларуси в настоящее время стало антропогенное эвтрофирование, которое является результатом поступления в природные воды избыточных количеств биогенных веществ. Значительный вклад в загрязнение вод биогенами вносит сток с сельскохозяйственных угодий. Анализ вклада антропогенных источников в загрязнение водной среды многих регионов показывает, что в современных условиях наиболее трудноустраняемым фактором загрязнения водных ресурсов становятся не столько промышленные и коммунальные сточные воды, сколько диффузные источники загрязняющих веществ (сельское хозяйство, мелиорация, применение удобрений и пестицидов, атмосферные осадки), действующие на водосборной площади.

Как известно, азот, в том числе нитратный, является одним из биогенных (жизненно необходимых) элементов. Его естественное содержание в поверхностных водах связано с процессами нитрификации ионов аммония (в присутствии кислорода и нитрифицирующих бактерий), а также с выпадением атмосферных осадков, содержащих оксиды азота.

Изменение естественной направленности сезонных колебаний азота нитратного, рост его содержания в многолетней динамике, а также резкие перепады концентраций по течению реки, как правило, свидетельствуют о поступлении данного биогенного вещества в водный объект в результате деятельности человека: в составе промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, а также стоков с сельскохозяйственных угодий.

Для изучения динамики концентраций азота нитратного в речных водах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию, была выбрана р. Березина (участок от г. Борисова до г. Светлогорска) которая на протяжении 613 км принимает воды 425 притоков, среди которых крупнейший – р. Свислочь, подверженная существенному влиянию городской агломерации Минска.

Основными факторами, негативно воздействующими на качество р. Березины, являются вынос загрязняющих веществ в гидрографическую сеть вследствие их смыва поверхностным стоком с сельскохозяйственных угодий, при фильтрации в грунтовые воды и последующим поступлением в реки, при отделении дренажных вод с мелиорированных земель, загрязнение вод животноводческими объектами при отведении сточных вод и просачивании загрязняющих веществ с водой в грунт, отведение сточных вод населенных пунктов и отдельных. В качестве негативного фактора также можно учесть условия функционирования крупных тепловых электростанций, а также ТЭЦ средней и малой мощности: для обеспечения их функционирования осуществляется забор речной воды на производственные нужды, отведение сточных вод, выбросы в атмосферный воздух, сбросы нагретой воды. Немаловажную роль играет и устройство водохранилищ, приводящее к интенсификации процессов эвтрофирования в экосистеме. Не стоит упускать из внимания и тот факт, что из поверхностных источников р. Березины ведется забор воды для нужд промышленности, энергетики, сельского хозяйства, проводится забор подземных вод для коммунального водоснабжения населенных пунктов, для нужд промышленности и сельского хозяйства.

Для анализа были использованы ряды гидрохимических данных за период 2007-2011 гг., полученные на сети мониторинга поверхностных вод Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Данные представляют собой ежемесячные концентрации азота нитратного в каждом из 6 пунктов наблюдений (выше и ниже городов Борисова, Бобруйска и Светлогорска).

Таким образом, анализ динамики содержания азота нитратного в воде р. Березины на участке от г. Борисова до г. Светлогорска не выявил существенных отклонений от естественного сезонного распределения ингредиента: минимальные значения были характерны для теплого периода года, максимальные – для холодного. Негативное влияние р. Свислочи и предприятий, расположенных на водосборе реки Березины, снивелированы самоочищающим потенциалом водотока, что включает такие факторы, как разбавляющая способность реки (наполнение русла, скорость течения, степень турбулентности потоков) и ассимилирующая способность гидробионтов.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНОВ ВЕРХНЕЙ ОКИ И ДЕСНЫ

Семёнова И.В., Наймушина Т.В.*, Крутских О.И.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия
***ФГБУ «Калужский ЦГМС», Россия**

Вторая половина XX столетия характеризовалась направленной климатической изменчивостью и изменением антропогенной нагрузки на бассейны рек. Это не могло не сказаться на гидрологическом и гидрохимическом режиме рек, что необходимо учитывать при мониторинге качества воды. Разработка научно-обоснованных предложений по модернизации системы мониторинга качества поверхностных вод невозможна без характеристики гидрохимической обстановки на рассматриваемых водных объектах за многолетний период, а также выявления достоверных статистических связей между изменениями концентраций загрязняющих веществ, гидрологической обстановки и климатических условий региона. В докладе приводятся сведения о результатах мониторинга качества воды рек бассейнов Оки и Десны (бассейн Днепра) на территории Калужской области.

Учитывая большой объем имеющейся гидрохимической информации при оценке многолетних тенденций содержания отдельных загрязняющих веществ в поверхностных водах используются методы параметрической (нормальной) и непараметрической статистики. Статистический анализ позволяет проследить пространственно-временные изменения химического состава воды водных объектов и оценить, какие ионы вносят наибольший вклад в изменение качества воды при антропогенной нагрузке на них. Анализ временных рядов гидрохимических показателей и концентраций отдельных компонентов химического состава вод рек показал наличие особенностей в исходной информации, которые существенным образом могут влиять на оценку многолетних изменений и тенденций изменения качества воды.

Для гидрологического режима рек рассматриваемой территории в последние десятилетия XX и начало XXI столетия было характерно уменьшение высоты весеннего половодья и увеличение стока в зимнюю и летне-осеннюю межень, что обусловлено увеличением подземного питания рек при уменьшении доли снегового питания. Анализ данных многолетних наблюдений показал, что в целом для всех рек Калужской области можно отметить увеличение среднегодовой величины суммарной минерализации воды за период наблюдений с 1938 по 2010 годы. Однако, например, если в середине XX века средняя скорость роста минерализации для р. Ока составляла 1,6 мг/дм³ в год, то за последние 15 лет наблюдений она возросла до 18,8 мг/дм³ в год. Аналогичные тенденции роста минерализации воды отмечены и на остальных реках области. Основной вклад в рост минерализации воды в реках вносят гидрокарбонат-ионы и кальций, что свидетельствует о преимущественном влиянии природных факторов в формирование химического состава поверхностных вод.

Оценка возможного антропогенного воздействия на водные объекты с использованием показателя относительных многолетних изменений показала, что все изученные реки испытывают антропогенное воздействие, связанное с увеличением концентрации хлорид- и сульфат-ионов. По полученным результатам статистической обработки материалов стационарных наблюдений выделены четыре периода формирования гидрохимического режима рек бассейнов Верхней Оки и Десны в пределах Калужской области.

Сезонные изменения минерализации и химического состава воды рек Калужской области очень велики и зависят от фаз гидрологического режима. В начале XXI века для всех рек характерно снижение диапазона внутригодового варьирования концентраций изученных главных ионов и минерализации воды. Преимущественно это связано с увеличением концентраций в период половодья.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 12-05-97506).

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Тишиков Г.М., Тишиков И.Г.
ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды», Беларусь

Успешное функционирование системы мониторинга поверхностных вод Республики Беларусь, являющейся источником информации о состоянии водных ресурсов, во многом зависит от наличия объективной информации об экологическом состоянии или «экологическом статусе» водных объектов. В действующей системе мониторинга выполнение этой задачи решают гидробиологические методы контроля, обеспечивающие возможность прямой интегральной оценки состояния водных объектов и позволяющие определять эффект совокупной антропогенной нагрузки на водные экосистемы.

Гидробиологические наблюдения на территории республики проводятся в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды на стационарной сети мониторинга поверхностных вод, включающей фоновые, национальные и трансграничные пункты наблюдений. В настоящее время гидробиологический мониторинг осуществляется на 152 водных объектах (258 пунктов наблюдений) бассейнов рек Западной Двины, Немана, Западного Буга, Днепра и Припяти.

Гидробиологические наблюдения на большинстве водотоков проводятся три раза в год, а на отдельных водотоках и водоёмах, испытывающих невысокую антропогенную нагрузку, осуществляется одноразовый комплексный отбор проб в вегетационный период. Для гидробиологического анализа состояния водных экосистем используются результаты наблюдений за основными сообществами гидробионтов – фитопланктоном, зоопланктоном, фитоперифитоном и макрозообентосом. Учитывая, что для водотоков планктонные сообщества менее показательны, поскольку их формирование происходит выше (и подчас значительно) створов наблюдений, объектами мониторинга в реофильных системах являются преимущественно донные (макрозообентос) и прикрепленные (фитоперифитон) сообщества.

Оценка качества поверхностных вод Республики Беларусь проводится с помощью методов биоиндикации, основанных на изучении структуры гидробиоценозов и их отдельных компонентов. Для оценки состояния водных экосистем используются методы, широко распространенные в странах СНГ и Европейского Сообщества – сапробиологический анализ в модификации Пантле и Букка (для планктонных сообществ и водорослей обрастания), метод биотических индексов (ТБИ) и метод Гуднайта-Уитлея (для сообществ макрозообентоса). Общая оценка состояния водных экосистем в каждом конкретном случае дается по совокупности гидробиологических показателей с учетом экологических особенностей водных гидробиоценозов.

В настоящее время система гидробиологического мониторинга в Республике Беларусь находится на этапе существенной реорганизации, включающей, как техническое совершенствование инструментальной базы, так и развитие организационно-методических аспектов мониторинга. Научно-исследовательские работы, охватывающие различные направления деятельности в области мониторинга поверхностных вод, проводятся в рамках выполнения Государственных и Союзных программ, а также международных проектов.

В ходе реализации ряда международных проектов по совершенствованию систем управления и мониторинга водных бассейнов республики, разрабатывается наиболее перспективное направление оптимизации существующей системы мониторинга поверхностных вод – комплексный экосистемный подход в оценке экологического статуса водных объектов на основе идеальной с экосистемной точки зрения методологии – сравнении с адаптированным эталоном. Суть этого метода (вернее группы методов), в общих чертах заключается в типизации водных объектов и ранжировании их участков с последующим получением фоновых (эталонных) физико-химических и биологических характеристик для каждого ранга водных объектов. Полученная информация представляет собой эталонную базу данных, с которой сравниваются и оцениваются по специальной шкале, результаты наблюдений на конкретных участках речных и озерных экосистем, испытывающих антропогенные нагрузки.

АВАРИЙНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА

Трунов Н.М., Никаноров А.М., Ластенко И.П.
ФГБУ «ГХИ», Россия

В формировании общей многолетней тенденции изменения качества природных вод все большее значение приобретает загрязнение, обусловленное различными чрезвычайными ситуациями на водных объектах, прежде всего аварийными сбросами загрязняющих веществ. Доля аварийного загрязнения в общем объеме экологических нарушений в настоящее время по экспертным оценкам достигает 25–30%. Особенно быстрыми темпами в последние годы стала нарастать доля экстремального загрязнения водных объектов. Несмотря на очевидную тенденцию нарастания масштабов аварийного загрязнения водных объектов и наличие сформированной нормативно-правовой базы, соответствующей данному виду загрязнения, развитие оперативного мониторинга аварийного загрязнения водных объектов идет очень медленно. Причины этого весьма разнообразны. Это и изношенность основных производственных фондов в регионах, и недостаточность финансовых и технических средств, выделяемых на природоохранные мероприятия в регионах и др. Однако в этом ряду есть и трудности более общего характера. Они связаны со спецификой аварийного загрязнения водных объектов, для которого всегда характерно малое время воздействия загрязняющих веществ на водные экосистемы при высоких и чрезвычайно высоких уровнях действующих начал. Эффекты таких воздействий практически не исследованы. Эти свойства аварийного загрязнения делают данный вид загрязнения наименее изученным видом антропогенного воздействия на водные объекты, ущерб от которого растет с увеличением времени от начала загрязнения до принятия эффективных противоаварийных мероприятий. Необходимость быстрого обнаружения, распознавания и диагностики основных характеристик аварийного загрязнения в реальном масштабе времени, а также быстрого принятия защитных мер выдвигают, в свою очередь, требования по использованию в основе оперативного мониторинга особым образом организованных, структурированных наборов данных (баз данных), всесторонне описывающих состояние водного объекта (или его участка) до аварийного сброса, а также возможные изменения этого состояния под влиянием наиболее вероятных для данного участка водосбора аварийных сбросов различной мощности. Эта предварительно подготовленная информация собирается на данном водном объекте по специальным программам гидролого-гидродинамических и химико-биологических исследований на участках наиболее вероятного аварийного загрязнения. Программы предварительных модельных исследований составляются на основе детального прогноза развития («сценария») аварийного процесса. При этом для каждого юридического или физического лица, использующего в тех или иных целях, любые реактивы, материалы, которые в принципе могут оказаться в роли аварийных загрязнителей водных объектов, должен быть разработан модельный «сценарий» развития аварийного загрязнения позволяющий прогнозировать поведение моделируемых объектов в условиях аварийного загрязнения. «Сценарий» развития аварийного загрязнения водного объекта должен обеспечить максимальное приближение модели и оригинала. Наиболее просто реализовать это условие можно путем применения методологии физического моделирования аварийных процессов в натуральных условиях. При этом физическое моделирование должно базироваться на точной информации о качественных и количественных характеристиках всех веществ, которые используются на данном водосборе всеми без исключения юридическими и физическими лицами, потенциально способными оказаться в роли аварийных загрязнителей. В методологичес-

ком отношении система оперативного мониторинга должна базироваться на унифицированных подходах, способных обеспечить получение предельно достоверной всесторонней информации об основных внутриводоемных процессах, происходящих в аварийно загрязненном водном объекте. В связи с тем, что в формировании итоговой картины последствий аварийного загрязнения главную роль играют пространственно-временные динамики содержания загрязняющих примесей и продуктов их трансформации в водном объекте, исследоваться должны две основные группы процессов: гидролого-гидродинамические и химико-биологические процессы. На основе химико-биологического и гидролого-гидродинамического моделирования в природных условиях основных элементов «сценариев» развития аварийных процессов предполагается «воспроизведение» наиболее вероятных процессов возможного аварийного загрязнения водного объекта. При этом вырабатывается оптимальный список контролируемых ингредиентов, режимы отбора проб, основные параметры сети пространственно-временных наблюдений, частоты наблюдений и т.п. Надежность количественных оценок основных прогнозных характеристик предполагаемого аварийного процесса, таких как время добегания загрязненных вод до любого нижерасположенного створа, коэффициент разбавления загрязненных вод, пространственные характеристики пятна загрязнения, время удержания водных масс в зоне наиболее интенсивного воздействия, показатели острой токсичности, коэффициент самоочищения и т.п., обеспечивается разработанной в Гидрохимическом институте методологией природного моделирования с помощью гидродинамических трассеров и мезокосмов.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В САРАТОВЕ

Фетисова Л.М., Семенова Н.В., Короткова Н.В.
Саратовский государственный университет, Россия

Качество атмосферного воздуха является важнейшим фактором, определяющим состояние живой природы и здоровья населения. Хозяйственная деятельность неизбежно влечет за собой изменение естественного состава атмосферного воздуха за счет поступления в него выбросов загрязняющих веществ техногенного происхождения. На территории Саратовской области на состояние атмосферного воздуха оказывают влияние выбросы более 400 наименований загрязняющих веществ различных классов опасности, поступающие в окружающую среду от передвижных (автотранспорт) и стационарных источников (промышленные предприятия).

Территория Саратова располагается в условиях сложного рельефа, что накладывает определенный отпечаток на загрязнение воздуха.

На протяжении многих лет динамика загрязнения в городе оценивается по 6 стационарным постам, расположенных в различных частях города, с различным сосредоточением промышленных предприятий и автомагистралей.

Рассматривая средние концентрации основных загрязнителей атмосферы, можно сделать следующие выводы.

За период с 2007 по 2009 годы наблюдалась динамика небольшого уменьшения концентраций среднегодовых значений по основным примесям. Однако по таким примесям как диоксид азота, формальдегид, фенол зафиксировано превышение ПДК_{с.с.} как по среднегодовым, так и по среднемесячным значениям концентраций. Особенно сильное превышение характерно для 2007 года.

Концентрация пыли, как правило, увеличивалась в летне-осенний период, когда преобладала сухая, ветреная погода с высокими температурами. В холодный период года концентрация пыли была близка к нулю.

Можно отметить, что концентрация оксида углерода за весь период практически не превышала ПДК_{с.с.} Исключением являлся июль 2007 года, когда отмечалась концентрация СО равная 3,4 мг/м³, при ПДК_{с.с.} = 3 мг/м³. В дальнейшем наблюдалась динамика снижения загрязнения атмосферного воздуха данной примесью.

Рассчитанный комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) показал, что в 2009-2010 годах уровень загрязнения атмосферного воздуха в целом по г. Саратову снизился.

За период с 2007 по 2009 годы наметилась тенденция снижения числа случаев повышенного и высокого уровня загрязнения (параметр Р).

Повышенный уровень фонового загрязнения в 2007 году наблюдался в 86 случаях, в 2008 г. – 68 случаев за год. Высокий уровень в 2007 году отмечался в течение 49 дней, в 2008 и 2009 годах составил 26 случаев. Самый высокий уровень загрязнения наблюдался как в 2007, так и в 2008 году в сентябре (15 и 10 дней соответственно). Сезоном с наиболее высоким уровнем фонового загрязнения воздуха является осень. Вероятно, это можно объяснить небольшим количеством дней с осадками в осенние месяцы. В большинстве месяцев в 50% случаев уровень фонового загрязнения воздуха оказался пониженным.

ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННЫХ СОДЕРЖАНИЙ ВАНАДИЯ, МОЛИБДЕНА И НИКЕЛЯ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ РЕК ПРИАЗОВЬЯ

Хорошевская В.О., Воробьева Т.И.*, Машуков Х.Х.*
ФГБУ «ГХИ», Россия *ФГБУ «ВГИ», Россия

По Протоколу к Конвенции 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха и воды, к «тяжелым металлам» относят те металлы или, в некоторых случаях, металлоиды, которые являются стабильными и имеют плотность более 4,5 г/см³, и их соединения», особо выделяется при этом Cd, Pb и Hg. Эти металлы относятся к классу ксенобиотиков, то есть чуждых живому [1,2]. Биологическая роль ряда других металлов полностью еще не установлена. При категорировании металлов за основу берутся не чисто физические параметры элемента (атомная масса, плотность), а его способность к биоаккумуляции, степень вовлеченности в биологические процессы и в биогеохимические циклы, специфические (избирательные) эффекты влияния на организм и другие свойства [1, 2]. Установлено, что Ni, V, Mo, – биометаллы, и в низких концентрациях они жизненно необходимы для гидробионтов. Токсичность их зависит от валентности и формы присутствия в воде при высоких концентрациях [1, 2]. В связи с тем, что на водосборе р. Северский Донец (притока низовьев р. Дон), расположены районы углезалегания и угледобычи, а, как известно угольная пыль содержит большой спектр металлов, то изучение содержания металлов в воде р. Дон ниже его впадения может дать представление о региональном природном фоне [3]. Надежные данные в этом случае могут быть получены при использовании современных методов аналитической химии, позволяющих определять содержание тяжелых металлов на уровне фоновых концентраций. Это тем более интересно, поскольку определение металлов не входит в перечень физико-химических показателей предусмотренных программой работ Ростовского ЦГМС Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО.

С целью изучения содержания никеля, ванадия и молибдена в воде нижнего течения р. Дон в местах впадения притоков и в р. Северский Донец в 2011–2012 гг. были проведено пять отборов проб в основные гидрологические фазы: летняя межень (июль 2011 г.), осенняя межень (октябрь 2011 г.), зимняя межень (декабрь 2011 г. и февраль 2012 г.) и весенний паводок (апрель 2012 г.). При определении содержания металлов в воде использовался эмиссионный спектральный анализ, который позволяет одновременно определять целый ряд элементов [3]. При соответствующей подготовке проб к анализу этим методом можно определять содержание тяжелых металлов в жидких образцах в широком диапазоне от миллиграммовых до долей микрограммовых количеств. Метод основан на измерении интенсивности линий спектров атомной эмиссии тяжелых металлов при возбуждении сухого остатка на электроде в дуге переменного тока.

Сопоставляя полученные данные, можно проследить некоторые тенденции. Фоновые концентрации металлов, фиксируемые в воде выше порога чувствительности метода, характерны для периодов весеннего паводка, летней межени и, отчасти, зимней межени (табл. 1). В весенний паводок концентрации металлов в речной воде значительно повышаются, что свидетельствует об активном поступлении металлов в зонах контактов «вода-суша».

Таблица 1. Содержание никеля, ванадия и молибдена в воде р. Дон в местах впадения притоков по сезонам, мкг/л.

Металл	Летняя межень	Осенняя межень	Зимняя межень	Весенний паводок
Никель	0,30–0,35 (ср.0,33)	не обнаружено	0,39	0,52
Ванадий	0,35–0,45 (ср.0,42)	не обнаружено	0,41	1,05–1,3 (ср.1,15)
Молибден	0,15–0,44 (ср.0,23)	не обнаружено	0,30–0,23 (ср.0,27)	0,22–0,77 (ср.0,39)

Для осеннего периода концентрации биометаллов в воде нижнего течения р. Дон от Константиновского гидроузла до нулевой мили в устье, в местах впадения притоков столь малы, что находятся за порогом чувствительности метода. Поскольку V и Mo относятся к жизненно необходимым элементами для развития фитопланктона, то можно предположить, что с окончанием жизненного цикла биомассы и опусканием её на дно, активно начинаются процессы деструкции и при этом в донных отложениях происходит сорбция металлов, растворённых в воде. Никель и молибден фиксируется в воде р. Дон на протяжении всего изучаемого участка, а ванадий появляется с впадением вод р. Северский Донец.

Список использованных источников:

1. Будников Г.К. Экологический мониторинг суперэкоотоксикантов. - М.: Химия, 1996. - 320 с.
2. Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. - М.: Наука, 2006. - 261 с.
3. Хорошевская В.О., Воробьева Т.И., Машуков Х.Х. Содержание ванадия, никеля и молибдена в воде р. Дон и Таганрогского залива // Российский Академический Журнал, 2011. - Том 18. - №4. - С. 35-36.

ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОСЛЕ ВВОДА ИХ В ДЕЙСТВИЕ

Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Сарычев С.А., Косых В.С., Запевалов М.А., Любимцев А.Л., Нечаев Д.Р., Семенова И.В.
ФГБУ «НПО «Тайфун», Россия, ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», Россия

В 2011 году НПО «Тайфун» завершил создание «Системы комплексного экологического мониторинга Сочинского национального парка и прилегающих территорий (в том числе объекта всемирного природного наследия ЮНЕСКО «Западный Кавказ») в процессе строительства спортивных и иных объектов и после ввода их в действие (СКЭМ)» и приступил к ее опытной эксплуатации (ОЭ).

Опытная эксплуатация предполагает длительную работу СКЭМ в реальных условиях, во время которой проверяется работоспособность системы, качество функционирования СКЭМ и готовность персонала к обслуживанию и эксплуатации СКЭМ. При опытной эксплуатации режимы работы должны полностью соответствовать штатному режиму функционирования.

НПО «Тайфун» совместно с ГГО и ГХИ разработал программу ОЭ СКЭМ, в которой определил цели, задачи, методику, условия, объем и сроки проведения работ в рамках ОЭ. Длительность опытной эксплуатации составляет 12 месяцев.

В соответствии с программой ОЭ на головные институты Росгидромета возложен контроль выполнения регламентов наблюдений, контроль и обеспечение работоспособности технических средств, научно-методическое сопровождение работ, включая работу химико-аналитической лаборатории, и другие вопросы научно-методического обеспечения функционирования СКЭМ. Специалисты СЦГМС ЧАМ обеспечивают эксплуатацию всех элементов СКЭМ, включая автоматические посты контроля загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных вод, использование новых методик анализа.

В процессе ОЭ в рабочих журналах фиксировался ход опытной эксплуатации компонентов СКЭМ: продолжительность функционирования, отказы, сбои, аварийные ситуации, проведение необходимых корректировок документации и программных средств, работы по наладке технических средств, замечания персонала по удобству эксплуатации, а также сведения об устранении недостатков. Все выявленные замечания к компонентам СКЭМ устранялись в процессе их опытной эксплуатации в рабочем порядке.

Анализ работы СКЭМ в период ОЭ показал, что система в целом работоспособна и функционирует удовлетворительно. Трудности, которые возникают в процессе функционирования СКЭМ связаны прежде всего с введением новых, ранее не применявшихся элементов. В первую очередь это автоматизированные станции контроля загрязнения воздуха и воды, новое аналитическое оборудование и программные средства, которое необходимо было осваивать персоналу СЦГМС ЧАМ в процессе эксплуатации.

С методической и технической точки зрения наиболее проблемным элементом СКЭМ оказались автоматизированные станции контроля воды. Во многом это связано с отсутствием практического опыта эксплуатации подобных станций (на сети Росгидромета их нет), а также с неблагоприятными внешними условиями работы станций (горная река, удаленность, высокое содержание взвешенных веществ в воде и др.).

Накопленный опыт эксплуатации СКЭМ в г. Сочи будет использован в дальнейшем при тиражировании подобных проектов на другие регионы в рамках модернизации государственной системы мониторинга загрязнения окружающей среды.

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ, ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОЛОДЫЕ КАДРЫ ПОЛЯРНЫХ ОКЕАНОГРАФОВ ДЛЯ АНТАРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ионов В.В., Лукин В.В.
СПбГУ, АНИИ, Россия

Россия уже более полувека активно участвует в исследованиях Антарктики. Нужно иметь в виду, что впереди обширное поле деятельности в иных, чем прежде, и быстроменяющихся экономических, государственно-административных и политических условиях. Перед исследователями Антарктики теперь стоят новые задачи, связанные с фундаментальными науками о Земле и науками о Жизни: изменения климатической системы Южной полярной области, с целью уточнения сценариев возможных глобальных климатических изменений; изучение морских и материковых экосистем Антарктики, включая уникальные экосистемы подледниковых озер и многие другие.

Успехи таких исследований во многом зависят от опоры на современные информационно-коммуникационные и компьютерные технологии, от новых методов наблюдения Земли из космоса в различных диапазонах электромагнитного спектра, умения использовать высокие технологии как в отечественных программах, так и в рамках международного научного сообщества. Всё это требует серьезных, последовательных и многолетних усилий страны – одной из сторон Договора об Антарктике. Вместе с тем, есть особый повод сегодня озаботиться нашей готовностью преумножить национальные усилия по исследованию и освоению Южной полярной области. Речь идет о кадровом обеспечении участия России в исследованиях Антарктики.

В настоящее время подготовка будущих исследователей Антарктики не может оставаться лишь проблемой высшей школы. В новых реалиях эта задача не решается и на основе принципа «образование через исследования», в рамках обычного взаимодействия государственных университетов и научных центров. Обе стороны ограничены в финансовых возможностях организации традиционных полевых практик студентов. Поэтому, представление о «месте» предстоящей деятельности и специфических «производственных» требованиях будущей исследователь-практик может получить только после окончания университета и прихода на место работы. Это существенно удлиняет срок адаптации молодого специалиста, и совсем не гарантирует от риска несоответствия его ожиданий и профессиональных требований к нему, как к участнику антарктической экспедиции.

Принципиально новые возможности открылись после организации предприятием INTAARI устойчивого воздушного моста с регулярными, в период антарктического лета, авиарейсами между Африкой (Кейптаун) и Антарктидой (Новолазаревская). Вопросы оперативного обеспечения непродолжительных ознакомительных и производственных практик студентов стали в практическую плоскость.

В марте 2004 г. Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) и Российская Антарктическая Экспедиция (РАЭ), АНИИ заключили договор о творческом сотрудничестве в целях усиления координации и повышения эффективности участия в посвященных Антарктике научно-технических работах представителей кафедр гидрометеорологического направления, а также кафедры геоморфологии, кафедры физической и эволюционной географии и других кафедр университета; оказания взаимной методической помощи в проведении полевых работ и теоретических исследований; создания условий для подготовки специалистов, отвечающих наибо-

лее современным требованиям к организации экспедиционных работ. В течение последующих трёх лет помимо сотрудников факультета географии и геоэкологии СПбГУ в сезонных работах в Антарктике приняли участие студенты кафедр океанологии, геоморфологии, климатологии и мониторинга окружающей среды.

На протяжении пятидесяти последних лет сотрудники кафедры океанологии принимают участие в различных морских антарктических экспедициях. С 2007 г. сотрудники и студенты кафедры океанологии регулярно участвуют в морских полярных экспедициях в Антарктику на научно-экспедиционном судне НЭС «Академик Фёдоров». На этом судне в составе морской части 53-й (2007/08 гг.) и 57-й (2011/2012 гг.) сезонной РАЭ были студенты пятого курса кафедры океанологии СПбГУ, в рамках преддипломной производственной практики, и как участники Программы целевой подготовки молодых специалистов в АНИИ. В 2011 г. Санкт-Петербургском государственном университете разработана новая университетская программа подготовки магистра Полярной океанографии.

В апреле 2011 г., впервые за последние тридцать лет, спущено на воду новое НЭС «Академик Трёшников» в память о знаменитом морском полярном исследователе, многолетнем директоре АНИИ, питомце Университета и третьем заведующем кафедры океанологии СПбГУ академике А.Ф.Трёшникове. Будущие магистранты новой программы «Полярная океанография» заведомо примут участие в океанографических исследованиях полярных морей, которые будут проводиться теперь и с борта НЭС «Академик Трёшников».

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ФГБУ «ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ»: ОПЫТ РАБОТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Круглова Е.Н., Шестакова Н.А.
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация

Одной из задач ФГБУ «Гидрометцентр России» как государственного научного центра Российской Федерации (ГНЦ РФ) является подготовка кадров высшей квалификации. В ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» имеется аспирантура и докторантура по специальностям 25.00.29 «физика атмосферы и гидросферы», 25.00.30 «метеорология, климатология, агрометеорология», в которых в 2011 году обучалось 23 аспиранта и соискателя. Функционирует диссертационный совет со сроками полномочий на период действия Номенклатуры специальностей научных работников. Совету разрешено принимать к защите докторские и кандидатские диссертации по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы – по физико-математическим наукам и по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология – по физико-математическим и географическим наукам. ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» является базовой организацией для подготовки и повышения квалификации специалистов России и стран СНГ в области гидрометеорологического прогнозирования. Сотрудниками ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» в 2011 году прочитано более 15 курсов лекций для слушателей Института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Росгидромета, в т.ч. и из стран СНГ.

Послевузовское образование в Гидрометцентре России осуществляется фактически с момента его образования и имеет свои особенности и традиции. Поскольку проводимые Гидрометцентром России работы представляют собой единый комплекс «исследование – разработка – освоение», то аспиранты как очной, так и заочной форм обучения не только осваивают учебные программы и участвуют в научных исследованиях, но и привлекаются к текущей оперативно-прогностической деятельности института. Кроме того, начиная с первого года обучения, аспиранты проходят педагогическую практику, руководя курсовыми работами студентов профильных специальностей ВУЗов.

В ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» введены строгие правила ежегодной аттестации аспирантов. На заседании Ученого совета, повестка дня которого специально посвящается работе аспирантуры, заслушиваются годовые отчеты аспирантов в форме постерной сессии. Это позволяет достаточно объективно оценить работу каждого аспиранта за истекший учебный год. В зависимости от уровня подготовки аспирантов и соискателей в ФГБУ «Гидрометцентр России» подбираются лекционные курсы и формируются направления практических занятий. Выбор курсов определяется направлениями диссертационных работ соискателей, тематика которых и научные руководители утверждаются Ученым советом. В 2011 году были прочитаны следующие курсы лекций для аспирантов:

- «Синоптическая метеорология. Методы прогноза погоды. Климатология»;
- «Основные математические методы, используемые в физике атмосферы и гидросферы»;
- «Статистические методы, используемые в прогнозировании»;
- «Основы динамики атмосферы»;
- «Использование ФОРТРАНа при решении задач обработки данных и прогнозирования».

Основными проблемами профессионального послевузовского образования в ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» являются:

- недостаточное финансирование образовательного процесса (стипендии аспирантов, оплата научного руководства, лекций и практических занятий и т.д.);
- недостаток информации об инновационных подходах в послевузовском обучении в ВУЗах и НИУ по направлению «Прикладная гидрометеорология»;
- отсутствие опыта методической работы при подготовке учебных планов образовательных программ.

В настоящее время проходит реформирование системы образования в России. Новые стандарты образования входят в работу не только аспирантур ВУЗов, но и аспирантур научных учреждений. Аккредитация учреждений и основных образовательных программ, строгая регламентация учебных планов образовательных программ – это основные этапы реформирования. Новый подход к профессиональному послевузовскому образованию, включающему обучение в аспирантурах научных учреждений, требует пересмотра учебного процесса, форм отчетности аспирантов и требований, предъявляемых к диссертационным работам аспирантов. И одним из главных направлений работы аспирантуры ГНЦ РФ ФГБУ «Гидрометцентр России» будет активное взаимодействие с базовыми профильными кафедрами ВУЗов (МГУ им. М.В. Ломоносова, РГГМУ, Казанским и Пермским университетами и др.) для получения методической помощи при подготовке к аккредитации.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ГИДРОЛОГОВ

Мамаева М.А., Кузьмин В.А.
ФГБОУВПО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (РГГМУ), Россия

Анализ существующих образовательных потребностей показывает, что в настоящее время существует острая необходимость в переподготовке и повышении квалификации специалистов-гидрологов без отрыва от производства при минимуме финансовых и временных затрат. В связи с интенсивным развитием информационных технологий, и особенно интернет-технологий, развитие дистанционного обучения приобретает особую значимость, в том числе и в области гидрометеорологического образования и подготовке кадров. Преимущества дистанционной формы обучения неоспоримы, а именно: обучение происходит в психологически комфортной обстановке, обеспечены индивидуальные сроки и темп обучения, предоставлена высокая доля самостоятельности наряду с возможностью в любое время получить помощь от преподавателя.

Разработанные в настоящее время в других странах (например, в рамках программы COMET/UCAR - <http://www.comet.ucar.edu>) и доступные дистанционные учебные модули не отвечают потребностям в подготовке кадров российской профессиональной аудитории в силу различных причин, таких как, например, языковой барьер, различия в используемых методах прогнозирования и технологиях производства гидрологических наблюдений.

В настоящее время в РГГМУ, университетской компоненте Регионального учебного центра Всемирной метеорологической организации (РУЦ ВМО) в РФ в координации с ВМО (www.wmo.int) и программой COMET внедряется инновационный подход в подготовке и переподготовке специалистов-гидрологов. Он основан на доработке учебных модулей COMET/UCAR, их адаптации и последующем использовании в качестве дистанционных учебных курсов по гидрологии на русском языке, а также их согласованию с требованиями к содержанию учебных программ РФ и государств-участников СНГ.

Работа по созданию курсов, целью которых является обновление теоретических и практических знаний в связи с повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач в области гидрологии, ведется на кафедре гидрогеологии и геодезии Российского государственного гидрометеорологического университета с активным привлечением молодых ученых и аспирантов.

Осенью 2011 года профессор РГГМУ В.А.Кузьмин принял участие в качестве тьютора в проведении учебного курса COMET/UCAR по гидрологическим прогнозам на русском языке для гидрологического персонала государств Восточной Европы и Российской Федерации. Результаты обучения и опросы слушателей однозначно подтвердили правильность предлагаемого в статье подхода в он-лайн обучении гидрологического персонала вышеуказанных государств.

Предполагается, что разработанные образовательные ресурсы будут использоваться как при организации учебного процесса в РГГМУ, так и для повышения квалификации персонала организаций гидрометеорологического профиля России, государств-участников СНГ, восточной Европы и Балтии.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ

Морозова С.В.

Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, кафедра метеорологии и климатологии, Российская Федерация

Преподавание дисциплины «Долгосрочные прогнозы погоды» (ДПП) как специального курса в высшей школе базируется обычно на изучении теоретического материала, который включает в себя в основном изучение закономерностей общей циркуляции атмосферы (ОЦА), поскольку физико-статистические методы, являющиеся преобладающими при составлении долгосрочных прогнозов погоды, разработаны на основе закономерностей ОЦА и особенностях течения макропроцессов. Классические приёмы изучения закономерностей и особенностей циркуляции атмосферы изложены в учебнике А.А. Гирса «Основы долгосрочных прогнозов погоды», изданного очень давно. Несколькими годами позже в учебнике А.А. Гирса и К.В. Кондратовича «Методы долгосрочных прогнозов погоды» довольно полно и подробно изложены существовавшие на тот момент методы составления долгосрочных прогнозов погоды. Безусловно, с тех времён общие принципы долгосрочного прогнозирования не изменились, но происходило совершенствование методов синоптического и статистического способов составления ДПП, возникло физико-статистическое направление прогнозирования, активно развивались гидродинамические методы составления долгосрочных прогнозов. Помимо Гидрометцентра Российской Федерации сильные научные школы по разработке и составлению долгосрочных прогнозов сложились в научно-исследовательских гидрометеорологических институтах, оставшихся в нашей стране и оказавшихся на территории других государств – Западно-Сибирском, Дальневосточном, институте Арктики и Антарктики, Среднеазиатском, Украинском, Казахском.

Поскольку универсального метода долгосрочного прогнозирования, в отличие от метода составления прогнозов краткосрочных, не существует, то в ВУЗах преобладает теоретическое изучение курса ДПП. Однако, в связи с переходом высшей школы на двухуровневое обучение, повышение требований к уровню подготовки специалистов, следует особое внимание уделить практическим навыкам долгосрочного прогнозирования на основе новых и новейших методик, включающих в себя наработки гидродинамики, ГИС-технологии, а также создание и использование АРМС-Д (автоматического рабочего места синоптика-долгосрочника).

На кафедре метеорологии и климатологии Саратовского госуниверситета разработаны метод и автоматизированная технология составления долгосрочных прогнозов экстремумов метеорологических величин – резких перепадов средней суточной температуры воздуха и периодов выпадения осадков с месячной заблаговременностью с применением комплекса ГИС. Причём расчётная схема такого прогноза работает в оперативном режиме. Все технологические этапы составления данного вида прогнозов полностью автоматизированы, однако окончательное принятие прогностического решения осуществляет синоптик-специалист. Студенты участвуют в формировании базы данных, материалы для которой размещены на ftp – сервере Гидрометцентра РФ в коде GRIB, в раскодировке полученных данных и их поэтапной последующей обработке. Дальнейшая обработка предполагает формирование исходной выборки, по которой определяются «эталонные» поля, наиболее типичные для осуществления прогнозируемого явления, которым впоследствии отыскиваются информативные предикторы. Подробно все этапы составления такого прогноза изложены в методическом пособии «Физико-статистический метод прогноза метеорологических величин» (Саратов, 2002).

На основании этих разработок составляются оперативные долгосрочные прогнозы хода температуры воздуха в течение месяца с детализацией периодов выпадения осадков, которые выступают в качестве консультативных для принятия прогностического решения об ожидаемых погодных условиях вегетационного периода для лаборатории агрометеорологии научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока.

Для оперативной реализации метода создана информационная база и разработан пакет программ, позволяющий обучать студентов навыкам долгосрочного прогнозирования экстремумов метеорологических величин и составления фоновых прогнозов.

СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ НА КАФЕДРЕ МЕТЕОРОЛОГИИ, КЛИМАТОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ АТМОСФЕРЫ КАЗАНСКОГО (ПРИВОЛЖСКОГО) ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ю.П. Переведенцев, Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский, Ф.В. Гоголь
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

С 2011 г. кафедра перешла на подготовку кадров – бакалавров и магистров для Росгидромета по направлению 021 600 «Гидрометеорология» (профиль «Метеорология»). Это потребовало обновить и усилить учебно-методическую и материальную базу. Особое внимание привлекает возможность использования в учебном процессе современной мезомасштабной негидростатической модели COSMO-RU и глобальной прогностической модели WRF-ARW с целью демонстрации последовательности операций при производстве численных прогнозов погоды и проведении региональных исследований. Модели позволяют воспроизводить эволюцию процессов различного масштаба. Для изучения климатических процессов может быть привлечена климатическая модель промежуточной сложности ИФА РАН. Тем самым открывается возможность сотрудничества с Гидрометцентром РФ и ИФА РАН.

На кафедре используются современные информационные и образовательные технологии, в том числе система ГИС МЕТЕО при реализации курса по синоптической метеорологии. Для получения аэросиноптического материала в основном используются информационные сайты ИНТЕРНЕТ свободного доступа, где можно найти прогностические данные, полученные по численным моделям. Для наших целей наиболее доступными оказались ежедневные прогностические материалы о состоянии атмосферных полей спектральной среднесрочной модели НМЦ США (модель GFS). Кроме того, в учебном бюро прогнозов студенты анализируют фактический материал, поступающий с АМСГ Казань, и разрабатывают прогноз погоды общего пользования для Казани на период до двух суток. Одновременно ими проводятся метеонаблюдения на метеостанции университета, и производится оценка качества прогнозов с использованием этой информации. Отзывы со стороны производственных организаций Росгидромета хорошие, так как в период летних производственных практик наши студенты достаточно быстро адаптируются к условиям оперативной работы.

Важное место в системе профессиональной подготовки специалиста отводится научно-исследовательской работе (НИРС), которой студенты начинают заниматься со второго курса. Формы НИРС следующие: выполнение курсовых и дипломных работ, участие в научных экспедициях, конференциях, студенческих олимпиадах и др. Наиболее важные результаты студенческих работ публикуются в печати. Лучшие из выпускников продолжают учебу в магистратуре и аспирантуре. На кафедре продолжается традиция по изучению изменений климата города Казани, Республики Татарстан, Среднего Поволжья, а также Приволжского федерального округа. В последние годы с использованием ИНТЕРНЕТА удалось сформировать обширный банк метеорологических данных для изучения динамики различных показателей климата Северного и Южного полушарий и планеты в целом, что позволяет дипломникам существенно расширить диапазон своих исследований. Особую ценность здесь представляют данные реанализов (архив NCEP/NCAR), с помощью которых исследуются макропроцессы во всей толще тропосферы. Кроме того студентами исследуются процессы общей циркуляции атмосферы, региональные метеорологические явления, климатические ресурсы, загрязнение атмосферного воздуха и др.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ

Расторгуев И.П., Неижмак А.Н.
Военный авиационный инженерный университет, Россия

Расширение перечня задач, решаемых личным составом метеорологических подразделений Вооруженных Сил РФ, необходимость повышения точности прогнозов и оперативности их представления, выдвигают новые требования к подготовке метеоспециалистов. Одним из направлений совершенствования учебного процесса на гидрометеорологическом факультете Военного авиационного инженерного университета (ВАИУ) является внедрение новых геоинформационных технологий, в частности систем автоматизированной обработки гидрометеорологической информации, а также современных технических средств обучения.

На кафедре гидрометеорологического обеспечения ВАИУ на протяжении ряда лет проводились педагогические эксперименты с целью определения эффективности и совершенствования методики применения новых информационных технологий обработки, анализа аэросиноптического материала и разработки специализированных краткосрочных метеорологических прогнозов в комплексе с классическими технологиями метеообеспечения.

В качестве современных средств отображения, обработки, анализа и прогноза метеоинформации применялись следующие системы: ГИС-Метео, ТрансМет, ВПИ, Сюжет-МЦ, Митра, АРМ-ВГМ и другие. Из технических средств обучения использовались мультимедийные средства воспроизведения и обработки аудио-визуальной информации, сопряженные с ПЭВМ: мультимедиа проектор, интерактивная доска, жидкокристаллические информационные панели, документ-камера.

Под классическими технологиями подразумевается получение метеоинформации по факсимильным и телетайпным каналам связи и обработка данных «вручную» на бумажных носителях на основе синоптического и физико-статистического методов с использованием данных гидродинамического предвычисления (прогностических карт погоды). Несмотря на длительность процесса обработки и анализа аэросиноптического материала, проведения расчетов по классическим технологиям и присутствие субъективного фактора, данный подход обладает следующими важными компонентами для формирования инженерного мышления и творческого подхода у обучаемых:

- комплексное понимание происходящих в атмосфере процессов;
- развитие пространственного мышления;
- формирование самостоятельности и ответственности за выполнение расчетно-графических работ.

Указанные технологии использовались в экспериментальных учебных группах 1-го, 3-го и 4-го курсов. В качестве контрольных результатов использовались данные в учебных группах, где предпочтение отдавалось только современным технологиям обучения и обработки метеоинформации, а также результаты качества успеваемости предшествующих лет – до внедрения в учебный процесс современных информационных технологий.

Оценка результатов проводилась по результатам текущего и промежуточного контроля знаний обучаемых, а также по результатам тестирования остаточных знаний и анкетирования.

В результате проведения педагогических экспериментов было установлено, что наибольшая эффективность применения современных информационных технологий достигается только в комплексе с традиционными подходами к анализу и прогнозу погодных условий.

Средний балл при всех срезах знаний в экспериментальных группах оказался выше. Лучшие показатели в экспериментальных группах были достигнуты и по темпам снижения среднего балла. Однако важны не только уровень знания и характеристики его устойчивости – в педагогическом плане имеет большое, если не первостепенное, значение – пробуждение интереса обучаемых к изучаемому материалу. О положительном влиянии применения современных технологий в комплексе с классическими подходами в учебном процессе свидетельствуют результаты анкетирования, проведенного в указанных группах.

Таким образом, в ходе проведенного целого комплекса педагогических экспериментов было определено, что внедрение в учебный процесс современных технологий наряду с классическими подходами позволяет повысить успеваемость по изучаемой дисциплине, обеспечить более высокую устойчивость остаточных знаний, повысить интерес обучаемых к изучаемому материалу. Результаты педагогических экспериментов реализованы при разработке методического обеспечения учебных программ 3-го поколения по дисциплинам «Авиационная метеорология», «Авиационные прогнозы погоды», «Прогноз стихийных бедствий», «Мезометеорология и наукастинг».

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ В ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

Рубинштейн К.Г., Игнатов Р.Ю., Переведенцев Ю.П.*, Гурьянов В.В.*
ФГБУ «Гидрометцентр России», Российская Федерация
***Казанский (Приволжский) федеральный университет, Российская Федерация**

Во всех крупных прогностических центрах мира разработчики глобальных гидродинамических моделей стремятся уменьшить шаг сетки используемых численных схем. Однако, несмотря на значительный прогресс в этом направлении их пространственное разрешение остается еще достаточно грубым, что приводит к систематическим ошибкам прогнозов в ряде регионов. Другим способом увеличения пространственного разрешения является использование региональных (мезомасштабных) гидродинамических моделей (WRF-ARW и др.). Современные высокоскоростные сетевые ресурсы и доступность мощных вычислительных кластеров позволяют воспроизвести на их основе полную оперативную линию численного прогноза погоды даже в небольших национальных метеорологических центрах. Более того, такая квази-оперативная схема на базе мезомасштабной модели WRF-ARW вполне доступна для внедрения в процесс подготовки метеорологов в крупных образовательных центрах таких, как Казанский университет. Архитектура и технология реализации модели WRF-ARW предоставляет возможность проводить обучение студентов на действующей системе на качественно новом уровне, используя модульную структуру модели с большим выбором параметризаций физических процессов.

В докладе приведена блок-схема оперативной технологии численного прогноза погоды. Первым блоком оперативной линии является препроцессинг, в который входит подготовка начальных данных. В данном блоке имеется возможность учитывать дополнительно различные типы данных, например с помощью процедуры 3d var. Причем учитываться могут не только стандартные метеорологические измерения, но и новые виды информации, типа радаров или различных профиломеров. В докладе приводятся оценки по территории Республики Татарстан различных приземных характеристик воздуха для января и июля 2010 г. с целью учета влияния дополнительных данных в прогнозах. Табл. 1 показывает улучшение прогноза за счет такого усвоения вплоть до 36 часов.

Таблица 1. Абсолютная ошибка прогноза температуры на высоте 2 метра (°C) июль 2010 г.

Территория	Татарстан		Казань	
	Нет	Есть	Нет	Есть
Усвоение				
0–48	2.1	2.0	2.3	2.2
0	1.7	1.3	2.7	1.8
12	1.8	1.8	1.3	1.3
24	2.2	2.2	3.5	3.3
36	2.4	2.2	1.8	1.7
48	2.3	2.3	3.0	3.0

Следующим блоком схемы является сама численная модель. В рамках модели WRF-ARW имеется возможность использовать различные вертикальные и горизонтальные структуры модели, использовать различные системы интерполяции метеорологических полей по горизонтали и по вертикали, а также использовать граничные условия с различной дискретностью. В докладе демонстрируется чувствительность результатов прогнозов к изменению данных параметров для приземных характеристик в г. Казани. В рамках модели имеется также обширная библиотека различных физических и вычислительных параметров мезомасштабной негидростатической модели WRF-ARW. В докладе приведены иллюстрации возможных изменений в численном прогнозе из-за влияния различных методов микрофизики, параметризации пограничных слоев и радиации на прогнозы температуры приземного воздуха, давления, скорости ветра и осадков.

В качестве возможностей постпроцессинга приведены разные формы представления результатов прогнозов их интерпретации и оценки прогнозов по Татарстану. Обсуждается проблема оценивания результатов мезомасштабных моделей.

Основной идеей обучения студентов может служить разработка детальных описаний технологических и физических принципов создания модели, подкрепленных возможностью проведения фактически неограниченного количества численных экспериментов, которые позволяют получать наглядное представление о тех или иных физических механизмах, формирующих погодные условия. Тем самым создается образовательная среда, которая позволяет студентам овладевать фундаментальными основами теоретической метеорологии и практическими навыками численного моделирования.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 12-05-97014-р_поволжье_a.

ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В РАМКАХ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ СПБГУ

Рубченя А.В., Пряхина Г.В.

Санкт-Петербургский государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

Санкт-Петербургский государственный Университет реализует образовательные программы в рамках собственных Образовательных стандартов СПбГУ по двум уровням высшего профессионального образования – «бакалавриат» и «магистратура». Обучение по направлению 020600 «Гидрометеорология» осуществляется на факультете географии и геоэкологии в рамках трёх кафедр – кафедры океанологии, кафедры гидрологии суши и кафедры климатологии и мониторинга окружающей среды. По уровню «бакалавриат» реализуется четырёхлетняя (8 семестров) образовательная программа «Гидрометеорология» с профилями «Метеорология и климатология», «Гидрология» и «Океанология». В рамках магистратуры (4 семестра) имеется два профиля: «Метеорология, климатология, агрометеорология» и «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

В последние годы в организациях, занимающихся проектированием, строительством и реконструкцией гидротехнических объектов, портов, дорог, трубопроводов, линий электропередач и т.п. наметилась устойчивая потребность в специалистах-практиках гидрометеорологического профиля. Это обстоятельство обуславливает пристальное внимание к формированию у студентов (бакалавров и магистров-гидрометеорологов) полевых компетенций, что не возможно без участия в экспедиционных проектах.

При реализации образовательных программ, получен опыт интеграции полевых экспедиционных исследований в образовательный процесс, реализуемый по компетентностно-ориентированным учебным планам. При этом, с одной стороны, улучшается подготовка студентов, получающих необходимые навыки и полевой опыт, с другой – совершенствуются программы учебных дисциплин и учебный план в целом.

Участие студентов в научно-исследовательских экспедициях позволяет им:

- осваивать современные приборы, оборудование и методики в полевых условиях, что, несомненно, повышает их конкурентоспособность при дальнейшем трудоустройстве;
- участвовать во всём цикле научно-практической работы: от планирования и подготовки экспедиции до публикации полученных после обработки и анализа данных результатов;
- использовать полученный материал для подготовки выпускных квалификационных работ, в этом случае исходные данные рассматриваются им в комплексе физико-географических процессов, протекающих в районе экспедиционных исследований, а не являются абстрактными, что часто затрудняет их анализ и интерпретацию;
- участвовать с докладами по результатам полевых работ на российских и международных конференциях, что ведёт к развитию коммуникационных навыков, способствует расширению научного кругозора, и формирует соответствующие компетенции.

Стандартами СПбГУ заложена необходимость постоянной модернизации учебных курсов и программ дисциплин для соответствия современному состоянию области знания. При использовании новых экспедиционных материалов и полученного опыта корректировка и обновление происходит органично и учитывает изменение материально-технической базы и методик проведения полевых работ. Так, например, материалы экспедиций в устьевую область реки Кереть (Белое море) проводимые, совместно кафедрами гидрологии и океанологии в рамках гранта РФФИ «Исследование распространения и трансформации речных вод в приливном эстуарии с использованием неконтактных методов натуральных измерений и численного гидродинамического моделирования» были использованы для разработки практических заданий и обновления материалов лекций по курсу «Применение ГИС в гидрометеорологии».

Полученный опыт показывает эффективность подобного подхода и необходимость увеличения сроков, отведённых на полевую и научно-исследовательскую работу, особенно – в рамках учебного плана бакалавров.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ: ИННОВАЦИИ ПОСЛЕДНИХ 20 ЛЕТ

Степаненко С. Н.

Одесский государственный экологический университет, Украина

Высшее образование в области гидрометеорологии в Украине развивается с 1850-х годов, сначала как отдельные учебные курсы и практики на физических факультетах в Харьковском университете им. В.Н. Каразина, Киевском университете им. Т.Г. Шевченко и Одесском университете им. И.И. Мечникова. Новый этап становления наступил в 1931 году, когда по инициативе Гидрометеорологического Комитета Украины был создан Харьковский инженерный гидрометеорологический институт (с 1944 года – Одесский гидрометеорологический институт, а с 2001 года – Одесский государственный экологический университет). В 1944 году были организованы Харьковский и Херсонский гидрометеорологические техникумы – ныне структурные подразделения Одесского государственного экологического университета.

За последние 20 лет произошли существенные изменения в структуре и содержании подготовки, а также организации высшего гидрометеорологического образования в Украине, среди которых следует выделить:

- 1) переход на трехуровневую структуру подготовки специалистов;
- 2) переход от узконаправленной подготовки гидрометеорологов к подготовке специалистов в области мониторинга и прогноза состояния окружающей природной среды;
- 3) объединение подготовки специалистов-гидрометеорологов (от техников до специалистов и магистров, а также кандидатов и докторов наук) в Одесском государственном экологическом университете;
- 4) внедрение в учебный процесс информационно-коммуникационных технологий;
- 5) организация подготовки специалистов-гидрометеорологов на основе требований документов Болонского процесса создания единого европейского образовательного пространства.

Рассмотрим подробнее указанные выше инновации. С 1993 года в Украине осуществлен переход от двухступенчатой подготовки гидрометеорологов «техник – инженер» к трехступенчатой «техник – бакалавр – специалист» и «техник – бакалавр – магистр» на базе созданного отдельного направления подготовки «Гидрометеорология». Помимо всего прочего, этот переход позволил сформировать на ступени «бакалавр» (4 года обучения) общую базовую фундаментальную подготовку гидрометеорологов как специалистов в области мониторинга и прогноза состояния природной окружающей среды. По нашему мнению, правильность такого подхода подтверждается развитием гидрометеорологической практики и науки в последние 30 лет.

Выделение на третьей ступени специализированной подготовки инженерной и научной ветвей – специалисты (1 год обучения) и магистры (1,5 года обучения) – также позволило уделить больше внимания как специальной практической подготовке инженеров, с одной стороны, так и организации научных исследований для магистров, с другой стороны.

Объединение подготовки специалистов-гидрометеорологов в Одесском государственном экологическом университете дало импульс для согласования и затем создания единых учебных планов подготовки на первых двух ступенях. Кроме общего положительного эффекта повышения качества подготовки, этот шаг дал возможность уравнивать срок подготовки в звене «техник – бакалавр» к сроку обучения на ступени «бакалавр».

Организация подготовки специалистов-гидрометеорологов на основе требований документов Болонского процесса создания единого европейского образовательного пространства привела к внедрению модульного принципа построения учебного процесса, кредитно-накопительного учета учебных достижений студентов, индивидуализации подготовки специалистов, в т.ч. по запросам производства и науки и т.д. Это также потребовало новых подходов в организации системы внутреннего контроля качества подготовки студентов – увеличение веса контроля текущей успеваемости в общей оценке, внедрения накопительного учебного рейтинга студента и его использование на всех ступенях.

РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВУЗОВСКОГО ОБУЧЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГОВ

Н.И.Толмачева
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Среди ресурсов, используемых для обучения студентов метеорологов, выделим интерактивные технологии. Рассмотрим их на примере виртуальной спутниковой лаборатории ИПК Росгидромета, как основе практико-ориентированного и проектного обучения студентов метеорологов Пермского университета. Суть данной педагогической технологии состоит в следующем, в рамках виртуальной спутниковой лаборатории происходит не только усвоение определенного объема знаний, но и освоение знаний в процессе практической деятельности: творческий отбор и логическое упорядочение информации, распознавание в ней рационального, перспективного и выявление возможностей применения в своей профессиональной деятельности. Доступ к спутниковым снимкам, программное обеспечение обработки спутниковых изображений и др. материалы в рамках виртуальной лаборатории позволяют студентам освоить различные способы деятельности. На данном этапе побудить студентов к самостоятельному поиску и активной мыслительной деятельности, помочь совершить мысленный переход от теоретического уровня к прикладным знаниям, используя имитационные методы (анализ, обсуждение конкретных ситуаций, решение ситуационных задач) и неимитационные методы (выполнение определенных действий на оперативном материале).

Практико-ориентированное обучение включает в себя интеграцию изучаемых дисциплин с применением разнообразных форм работы на разных уровнях обучения. На старших курсах возрастает роль проектного обучения как освоение различных способов деятельности. Образовательный процесс строится не в логике учебного курса, а в логике деятельности, имеющей личностный смысл для студента, что обеспечивает универсальное использование базовых знаний в различных ситуациях и развитие творческого потенциала. Данный период направлен на разработку проектов, которые становятся основой курсовой и дипломной работы, на этом этапе возрастает роль использования виртуальной спутниковой лаборатории не только как средства получения информации, но и как способа улучшения качества отбора материала, а также более продуктивное использование учебного времени и времени на самообразование. Например, самостоятельный компьютерный тренинг дает возможность выбрать уровень сложности задания, что позволяет студенту освоить тему поэтапно. Такая индивидуализация образовательного процесса дает возможность выбрать студенту свою траекторию освоения материала. Перспективным в данном направлении является создание в виртуальной спутниковой лаборатории электронного банка данных, что позволяет студентам реализовать его для проведения исследований и формированию собственных идей. Данная технология направлена на продуктивный результат обучения. Итог – рефераты, проекты, дипломы, студенческие конференции и дискуссии.

Проведение теоретических и практических занятий со студентами разного уровня подготовленности с использованием виртуальной спутниковой лаборатории дает прекрасные результаты развития коммуникативной компетентности, способствует формированию опыта научного и делового сотрудничества. Такое разноуровневое сотрудничество используется при проведении дискуссий и дает возможность студентам критически сопоставить процесс и результат своей деятельности с методами и результатами других участников, формированию культуры научной речи и освоение принципов и правил ведения споров. Разноуровневая подготовка не является препятствием для проведения интегрированных занятий, например, студенты 2 курса изучающие дисциплину «Методы и средства метеорологических измерений» занимаются одновременно со студентами 4-го – «Космические методы исследования в метеорологии» в рамках виртуальной спутниковой лаборатории. Опережающее обучение стимулирует с одной стороны повышение интереса, а с другой стороны расширение кругозора и поиск знаний по данной проблеме.

Виртуальная спутниковая лаборатория помогает интенсифицировать процесс получения знаний. Ориентирование студентов как будущих специалистов на исследовательскую деятельность в процессе обучения и применение для этих целей виртуальной спутниковой лаборатории ИПК Росгидромета помогает преодолеть отставание специалиста от быстро развивающейся науки.

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»

Трубина М. А., Абанников В.Н., Григорьева Е.Г., Черемных А.В., Головань Я.В.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Россия

Стратегической целью государственной политики РФ в области образования является повышение доступности качественного образования, соответствующего требованиям инновационного развития, современным потребностям общества и каждого его гражданина. Реализация этой цели предполагает решение следующих приоритетных задач:

- обеспечения инновационного характера базового образования;
- модернизации институтов системы образования как инструментов социального развития;
- создания современной системы непрерывного образования, подготовки и переподготовки профессиональных кадров;
- формирования механизмов оценки качества и востребованности образовательных услуг, участия в международных сопоставительных исследованиях.

Современная система образования ставит перед вузами задачи широкого использования информационных технологий, организации систем дистанционного обучения (СДО), создания и внедрения эффективных педагогических технологий. Разработка уникальных образовательных программ СДО (электронные лекции, книги, курсы, тесты, вебинары, видеоконференции и т.д.) требует изменения роли преподавателя и формирования новых профессиональных компетенций его деятельности, и, прежде всего, повышения его компьютерной и информационной культуры.

Модернизация и совершенствование современной системы высшего гидрометеорологического образования требует создания инфраструктуры (площадки) по разработке и формированию содержания инновационной образовательной деятельности. Уникальность и специфика подготовки кадров предъявляет высокие требования к качеству образования, к компетентности профессорско-преподавательского состава (ППС). Реализация миссии РГГМУ направлена на создание модели университета нового типа – единого образовательного, научного, инновационного и информационного комплекса. Ключевой задачей является создание СДО, включающей разработку научно-методического обеспечения электронными образовательными ресурсами и материалами (ЭОР и ЭУМ) учебного процесса.

Возможности интерактивного сетевого обучения с одной стороны, являются эффективным методом привлечения кадров высокой квалификации, носителей уникальных узкоспециальных знаний в гидрометеорологии, учитывая их географическую разобщенность и большую занятость. С другой стороны, Интернет позволяет привлечь большую аудиторию и обеспечить им доступ к уникальным информационным учебным материалам электронной библиотеки, медиатеки лекций, тематических видеофильмов, подкастов, вебкастов, и других видов цифровых ресурсов РГГМУ. По результатам инновационной образовательной деятельности университету был присвоен статус федеральной инновационной площадки (ФИП). На данном этапе разработан алгоритм реализации проекта по созданию международной СДО непрерывного профессионального образования по направлению «прикладная гидрометеорология» (<http://fip.kpmo.ru>).

Одним из популярных и эффективных инструментов СДО являются вебинары (онлайн-семинары), основным методом процесса создания вебинаров является педагогическое проектирование или педагогический дизайн. С целью выбора Интернет-платформы вебинаров были подготовлены критерии и разработана методика экспертной оценки оптимального веб-сервиса. Для внедрения вебинаров в учебный процесс РГГМУ была создана педагогическая творческая мастерская (ПТМ), в состав которой вошли ведущие преподаватели, представители научных школ и ИТ-специалисты ИВЦ. Результат работы ПТМ – создание серии авторских вебинаров (<http://fzo.rshu.ru/>), разработка индивидуальных траекторий профессионального развития лекторов, а также формирование ЭОР и ЭУМ, разработка методических рекомендаций для подготовки и проведения вебинаров. Очевидно, что эта эффективная технология для интеграции в учебный процесс может успешно применяться при подготовке профессиональных кадров, особенно для заочного обучения.

Как показал наш опыт, освоение инновационных методов является весьма нетривиальной задачей и требует не только профессионализма и компетентности ППС, но и тщательной разработки и формирования учебного контента (сценарий, ЭОР и ЭУМ) и, удобной для проведения вебинара, конструкции мультимедийной презентации. Особое внимание уделяется организации и динамике проведения он-лайн занятий, экспресс-опросу, а также заинтересованности и мотивации студентов, скорости восприятия материала, утомляемости и другим показателям.

О МНОГОЛЕТНЕМ ПЛОДОТВОРНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕТЕОРОЛОГОВ КАЗАНСКОГО И ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТОВ

Калинин Н.А.
Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Датой начала сотрудничества двух кафедр, на которых ведется многолетняя подготовка метеорологов, можно считать 1963 г., когда выпускница 1959 г. кафедры метеорологии и климатологии Казанского государственного университета (КГУ) И.Я. Аликина была принята на работу в должности ассистента на кафедру метеорологии Пермского государственного университета (ПГУ). Однако до середины 80-х гг. прошлого века это сотрудничество носило фрагментарный характер.

Наиболее активно взаимодействие наших кафедр началось с участия во Всесоюзной научной конференции по использованию статистических методов в метеорологии, которая была организована на базе географического факультета КГУ в 1985 г. под руководством декана и заведующего кафедрой Ю.П. Переведенцева.

В 90-е годы XX века кафедра метеорологии и климатологии КГУ проводит целый ряд научных конференций, способствовавших дальнейшему сближению наших коллективов в плане научного и учебно-методического взаимодействия. Обмен опытом научных исследований привел к тому, что казанские метеорологи наряду с преимущественно климатическими изысканиями стали обращать внимание и на вопросы короткопериодной изменчивости современной атмосферы, а мы — пермяки заметно большее внимание стали уделять изучению отдельных элементов климата.

Только взаимные и доброжелательные рецензии, в том числе способствовали тому, что в свет вышли заметные в метеорологическом сообществе страны учебники «Теория климата» (выдержала 2 издания 2004 и 2009 гг.) профессора Ю.П. Переведенцева и «Динамическая метеорология» (выдержала 2 издания 2001 и 2009 гг.) профессора Н.А. Калинина, которые нашли широкое применение в университетах России, где ведется подготовка метеорологов.

Заведующие обеих кафедр, поддерживая и развивая дружественные связи, неоднократно работали в составе Государственных аттестационных комиссий родственных кафедр по защите выпускных квалификационных работ в качестве их председателей. Переведенцев Ю.П. является членом диссертационного докторского совета как при КГУ, так и при ПГУ. Аналогичное участие осуществляет и Калинин Н.А.

Студенты-метеорологи из КГУ неоднократно принимали участие в конференциях, организованных для студентов и аспирантов в Пермском госуниверситете, а пермские студенты посещали Казань с производственной практикой по синоптической метеорологии.

Данное сотрудничество будет развиваться и в дальнейшем, в частности перспективным видится подготовка совместных публикаций, как в виде журнальных статей, так и в виде монографий и учебных пособий.

ИСТОРИЯ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ НА УРАЛЕ: РОЛЬ А.Я.КУПФЕРА

Литовский В.В.
Институт экономики УрО РАН, Россия

Начало академическим метеорологическим исследованиям на Урале положила Вторая Камчатская экспедиция (1733-1741). Первая метеостанция в Екатеринбурге была заложена на рубеже 1733-1734 гг. участниками академического отряда Второй Камчатской экспедиции Луи Делилем де ла Кройером и Иоганном Гмелиным. Она была размещена в Обер-бергамте – Уральском горном правлении (ныне на этом месте – здание консерватории – пр.Ленина, 26а). Материалы наблюдений поступали в Академию наук, где их анализировал Ж.Н.Делиль. К сожалению, трудности в подборе практически неоплачиваемых наблюдателей и отъезд из России Ж.Н.Делиля стали причиной их прекращения, так как в современном понимании защищать их в Академии стало некому. В отделе гидрометфонда Уральского управления гидрометслужбы хранится папка (ТМ-1, инв № 3002) с таблицами метеорологических данных за полные 1734, 1735 и 1739 г. Судьба приборов первой екатеринбургской метеорологической станции неизвестна. Второй этап организации метеорологических исследований на Урале был связан с деятельностью Мангеймского метеорологического общества (The Societas Meteorologica Palatina – SMP). Известно, что труды и предложения этого общества в Санкт-Петербургской академии наук рассматривались 20 августа 1787 года, а инициаторами создания метеорологических станций Мангеймского метеорологического Общества в России (С.Петербург, Москва, Екатеринбург) стали Стефан Штенгель и Яков Геммерих. На Урале метеостанция была создана при Пышминских заводах (Пышма, в 22 км от ЕММО). Эта станция стала самой крайней восточной точкой сети станции SMS. Ее основателем и куратором на Урале стал член-корр. СПб. АН Иван Филиппович Герман (Бенедикт Франц Иоганн фон Герман – Benedict Franz Johann von Hermann, 1755 -1815). Станция проработала 1,5 года (с 1 мая 1790 г. по декабрь 1791 г.). Ее данные были опубликованы в «Эфемеридах Мангеймского Метеорологического Палатинского общества» (Ephemerides, 1789-1790). В Отделе Гидрометфонда Уральского управления по гидрометслужбе в папке с таблицами под шифром КМ-1, инв.№8649-8660 от 17.01.1978 г.) и названием «Дневная записка о перемене погоды при горном начальстве в Екатеринбурге» в 2002 г. мною были обнаружены материалы, ранее не описанные в научной литературе. Оказалось, что начатые ранее по инициативе И.Ф.Германа, метеонаблюдения в Екатеринбурге были продолжены с августа 1802 г. и велись без перерыва до апреля 1813 г. За период 1814-1825 гг. также были обнаружены журналы с данными метеонаблюдений. другие журналы с записями метеорологических наблюдений до 1836 года.

В 1828–1829 годах Екатеринбург посещают научные экспедиции А.Я. Купфера, А. Эрмана, А. фон Гумбольдта и других отечественных и иностранных ученых, которые стимулировали идею воссоздать на Урале метеорологическую станцию.

С помощью А. фон Гумбольдта А.Я. Купфером в 1834-1836 гг. такие станции были созданы. Среди них Екатеринбургская магнитно-метеорологическая обсерватория, а также две метеостанции Нормальной обсерватории в Златоусте и Богословске. Главной уральской обсерваторией стала Екатеринбургская магнитная и метеорологическая обсерватория (ЕММО). А.Я.Купфер в ней организовал и расширял систему комплексного метеорологического и геомагнитного мониторинга России, пытался проводить наблюдения радиационного режима с помощью актинометров Араго. В 1828 году он начал собирать сведения о температуре земных недр Урала (шахты Богословска).

В 1876–1885 годах на Урале возникла система регионального метеорологического мониторинга под руководством ЕММО и Уральского общества любителей естествознания.

Их инициатором стал Онисим Егорович Клер. Появились исследования количества твердых жидких осадков (с 1872 г. УОЛЕ) а также фенологические наблюдения. В период с 1885 год по 1925 год уральские исследования атмосферы стали проводиться в комплексе с геофизическими исследованиями в ЕММО и УОЛЕ. В 1917 году и во время гражданской войны на Урале (1918–1920 годы) ЕММО не прекращала наблюдения. От разрушения ее спас Г.Ф.Абельс и О.Е.Клер. В 1925-1945 годах в рамках ЕММО, а затем УУГМС, в Свердловске (Екатеринбурге) начался мониторинг антропогенных возмущений в городской среде, а также усиливаются актинометрические исследования. Инициаторами системных актинометрических исследований на Среднем Урале стали Д.Ф.Нездюров (1925 г.), Р.Г.Абельс (1926–1941), Н.Н.Калитин и В.А.Березкин (1942–1944). После Великой Отечественной войны 1941–1945 годов началось создание системы комплексного изучения географической оболочки на Урале: атмосферно-физического и геофизического мониторинга Уральского хребта по широте ЕММО (Высокая Дубрава, Свердловск, Арти, 1969–1971 гг.). Были развернуты наблюдения за атмосферным электричеством (Р.А.Парамонов). Итогом стало создание обсерватории «Арти».

В целом в истории ЕММО можно выделить четыре этапа:

1. Этап деятельности метеостанции Второй Камчатской экспедиции;
2. Этап деятельности станции Мангеймского метеорологического общества при Пышминском заводе (1790–1791 гг.);
3. Этап метеорологических наблюдений при Екатеринбургском Обер-бергамте (1791–1835 гг.);
4. Этап комплексных геофизических исследований в рамках ЕММО (1836–1929 гг.).

АКАДЕМИК А.Я. КУПФЕР – ОСНОВАТЕЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ

Махоткина Е.Л., Хайруллин К.Ш., Ерохина А.Е., Махоткин А.Н.
ФГБУ ГГО, Россия

Адольф Яковлевич Купфер – основатель метеорологической службы России, разносторонний исследователь, внесший весомый вклад в развитие кристаллографии, минералогии, металловедения, метеорологии, земного магнетизма.

В 1823–1828 гг. – А.Я.Купфер был профессором Казанского университета по кафедре химии с одновременным заведованием кафедрой физики. В Казанском университете Купфер читал лекции по минералогии, физике, химии, ботанике, а также активно занимался организацией и проведением магнитных наблюдений и минералогией. В 1825 году вышла его монография «Об измерении углов кристаллов», признанная классическим и капитальным трудом в области практической кристаллографии. Мировую известность получило «Руководство по вычислительной кристаллографии», начатое Купфером в Казани, а законченное и изданное в 1831 г. в Петербурге.

А.Я. Купфер является создателем метеорологической службы России. По его инициативе была создана сначала Нормальная обсерватория (1834 г.), а затем и Главная физическая обсерватория (1849 г.). С основанием Главной физической обсерватории начался качественно новый этап в развитии российской метеорологии. Деятельность А.Я.Купфера в области метеорологии была чрезвычайно разнообразна. Он осуществлял обработку метеорологических и магнитных наблюдений сети обсерваторий, публиковал результаты, занимался проверкой приборов, сравнением их с эталонами. Им было подготовлено и опубликовано несколько редакций Руководств «к деланию метеорологических и магнитных наблюдений», организовано регулярное издание «Свод магнитных и метеорологических обсерваторий горного ведомства».

Деятельность А.Я.Купфера в области метеорологии в предлагаемом стендовом докладе иллюстрируется материалами из метеорологического музея и научно-технической библиотеки ГГО.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

В последние десятилетия на кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского университета произошло существенное обновление содержания и направленности всего комплекса научного и учебного процесса, развитие сотрудничества с образовательными и научными центрами страны. Серьезные перемены произошли и в работе Метеорологической обсерватории. В 1980-е годы сотрудники кафедры вели активную работу по важнейшим научным темам, входящим в Координационный план АН СССР. При финансовой поддержке ГКНТ СССР была создана группа по мониторингу климата. Проводились также работы в рамках международной программы по исследованию средней атмосферы (МАП ГЛОБМЕТ). С начала 1990-х годов научно-исследовательская работа на кафедре велась в целом в рамках программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), выполнялись работы по грантам: «Мониторинг глобальных и региональных изменений атмосферной циркуляции и климата и их прогноз» (Университеты России – Фундаментальные исследования), «Глобальные и региональные изменения климата в современный период и их прогноз» (Фундаментальное естествознание. Геофизика. Санкт-Петербург) и др.

Большое внимание в последние годы уделяется изучению современного глобального потепления климата и его региональных проявлений, проблемам биометеорологии и экологического состояния воздушного бассейна (гранты РФФИ – 2000, 2009, 2012). Результаты исследований опубликованы в многочисленных монографиях, учебных пособиях и научных статьях сотрудников кафедры и обсерватории, докладывались на престижных научных конференциях в том числе на Всемирной конференции по изменению климата (Москва, 2003), на Международной конференции по проблемам гидрометеорологической безопасности (Москва, 2007), на Международной научной конференции «Глобальные и региональные изменения климата» (Киев, 2010), съездах Русского географического общества (1990–2010), на Международной научной конференции «Проблемы адаптации к изменению климата» (2011). Вместе с тем, по инициативе кафедры был проведен ряд тематических всероссийских совещаний и конференций (1985, 2000, 2004, 2009).

К числу наиболее заметных публикаций монографического характера относятся: «Метеорология в Казанском университете: становление, развитие, основные достижения» (2001), «Климат Казани и его изменения в современный период» (2006), «Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан» (2008), «Климатические условия и ресурсы Ульяновской области» (2008), «Климатические условия и ресурсы Республики Удмуртия» (2009), «Теория климата» (2009), «Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья» (2011), «Климатический мониторинг Кировской области» (2012) и др. Материалы по климату Казани и региона в целом, представлены также в первом атласе Республики Татарстан (2005), атласе «Тартарика» (2005), Энциклопедическом словаре РТ (1999), Энциклопедии РТ (2002 - 2010) и в монографии «Экология города Казани» (2005). Работы сотрудников кафедры, посвященные климату, всегда пользовались популярностью и часто признавались лучшими на всесоюзных (1979, 1981) и многих университетских конкурсах. Наиболее активное и плодотворное участие в научных исследованиях принимали профессора Н.В. Колобов, Ю.П. Переведенцев, доценты М.А. Верещагин, Р.Р. Хайруллин,

Э.П. Наумов, Ю.Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский, В.Д. Тудрий, В.В. Гурьянов, Н.В. Исмагилов, а также аспиранты и студенты.

Кафедру метеорологии, климатологии и экологии атмосферы связывает многолетнее плодотворное взаимодействие с Институтом физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН. Профессор кафедры, д.ф.-м.н. А.В. Елисеев (с.н.с. отдела исследования климатических процессов ИФА РАН) участвует в совместных работах с ведущими зарубежными центрами, такими как Институт метеорологии Макса Планка (ИММП; Гамбург, ФРГ), Потсдамский институт климатических исследований (ПИК; Потсдам, ФРГ), а также в работе по международным проектам сравнения различных климатических моделей и их компонент. Кафедра также поддерживает тесные связи с университетами (Саратовский, Пермский, Томский, РГГУ, Московский, Воронежский, Удмуртский, Кыргызско-Российский Славянский и др.), научными учреждениями РФ (ГГО им. Воейкова, ГМЦ РФ, ВНИИГМИ-МЦД, Институт оптики атмосферы им. Зюева, ИВМ РАН, Институт глобального климата и экологии, Институт географии РАН, ИМКЭС – Томск и др.) и научными центрами Белоруссии и Украины. Осуществляется сотрудничество с кафедрами внутри КФУ. Проводится активная популяризация метеорологических знаний через СМИ. Кафедра позиционирует себя как региональный центр по изучению современного климата.

К 200-ЛЕТИЮ КАЗАНСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ

Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

Метеорология, как наука, в Казанском университете возникла на основе первых метеорологических наблюдений, и длительное время развивалась как одно из направлений экспериментальной физики. Начало этим наблюдениям было положено в феврале 1805 г. при кабинете физики. Их проводили студенты под руководством адъюнкта физики (впоследствии профессора) И.И. Запольского. С 1810 г. руководство метеорологическими наблюдениями было возложено на профессора теоретической и опытной физики Ф.К. Броннера, приглашенного в университет из Швейцарии. По его инициативе результаты наблюдений с августа 1811 г. стали публиковаться в университетской газете «Казанские известия», а с января 1812 г. наблюдения стали носить регулярный характер, что дает основание считать это событие началом функционирования Метеорологической обсерватории. Ф.К. Броннер в 1815 г. опубликовал научную статью «Следствия из метеорологических наблюдений в Казани 1814 года», а в 1816 г. – «Водяной столб, виденный на Волге близ Казани». Тем самым были созданы условия для зарождения Казанской метеорологической школы.

С приездом в 1824 г. в Казань из Петербурга профессора физики и химии А.Я. Купфера, метеорологические наблюдения были дополнены магнитными. Впоследствии академик А.Я. Купфер стал инициатором и организатором сети магнитных и метеорологических наблюдений, и основателем гидрометеорологической службы в России (1834), создателем и первым директором Главной физической (ныне – геофизической) обсерватории (1849). После отъезда А.Я. Купфера в Петербургскую академию наук в 1829 г. функции руководителя метеорологическими наблюдениями принял профессор чистой математики, ректор университета Н.И. Лобачевский. Магнитные наблюдения в то время курировал профессор И.М.Симонов. Будучи в 1819–1821 гг. участником 1-й Русской антарктической экспедиции, он выполнял весь комплекс путевых магнитно-метеорологических измерений и в 1825 г. опубликовал работу «О разности температуры в Южном и Северном полушариях».

С 1833 г. руководство Метеорологической обсерваторией принял ординарный (штатный) профессор теоретической и опытной физики Э.А. Кнорр, который был рекомендован выдающимся немецким естествоиспытателем и географом А.Гумбольдтом. Главной заслугой Э.А. Кнорра явилось разработанное им впервые «Наставление учителям Казанского учебного округа для делания метеорологических наблюдений», что способствовало их упорядочению и повышению качества. В 1835 г. он опубликовал в «Ученых записках Казанского университета» статью «Ход температуры в Казани из наблюдений 1833 года». После отъезда Э.А. Кнорра в 1846 г. в Киевский университет руководство обсерваторией осуществляли профессор физики А.С. Савельев (1846–1855), И.А. Больцани (1855–1876), Р.А. Колли (1876–1886), В.А. Ульянин (1897–1931). Организационно-методическую работу по метеорологическим наблюдениям в крае возглавляли приват-доценты И.Н. Смирнов (1864–1880) и Ф.М. Цомакион (1881–1886), профессора Н.П. Слугинов (1886–1894), Д.А. Гольдгаммер (1894–1897) и др. В период руководства Д.А. Гольдгаммером много внимания уделялось дальнейшему развитию наблюдательской сети: только в Казанской губернии было открыто 23 метеорологических станции. В это же время было положено начало изданию «Трудов метеорологической сети Востока России», «Ежеме-

сячного бюллетеня Востока России» и активному обмену этими изданиями с зарубежными метеорологическими центрами.

В 1923 г. на физико-математическом факультете университета по инициативе проф. В.А. Ульянина открывается кафедра геофизики для подготовки метеорологов, гидрологов и геомагнитологов. Под его руководством сотрудниками кафедры и обсерватории был выполнен ряд работ по описанию метеорологических и климатических особенностей края. После В.А. Ульянина кафедру геофизики возглавляли доцент И.А. Картиковский (1931), профессора А.В. Шипчинский (1931–1933), И.А. Дюков (1934–1936), П.Т. Смоляков (1936–1952). В 1948 г. кафедра геофизики была переведена на географический факультет и переименована в кафедру метеорологии и климатологии. С 1952 г. в течение 26 лет ее непрерывно возглавлял профессор Н.В. Колобов, а с 1978 г. кафедрой и метеорологической обсерваторией руководит профессор Ю.П. Переведенцев. В 1995 г. кафедра получает новое название – кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы. Продолжая научные традиции Казанской метеорологической школы по изучению местного климата и его ресурсов, в последние десятилетия XX и в начале XXI столетия главное внимание уделяется изучению особенностей атмосферной циркуляции и энергетических преобразований в тропо-стратосфере Северного полушария, крупномасштабного взаимодействия между слоями атмосферы, изменений современного глобального и регионального климата.

РОЛЬ УЧЕНЫХ КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В СИМБИРСКЕ

Салахова Р.Х.
Ульяновский государственный университет, Россия

Президент Академии наук Ф.П. Литке, много сделавший для повышения престижа службы погоды, писал: «Физика, химия, астрономия... могут развиваться и двигаться вперед везде, но исследования климатических и вообще физических условий России никто, кроме нас самих, не может, и не будет делать. Эти исследования мы должны производить для нашей же пользы».

История метеорологических наблюдений в Симбирске является частью истории развития метеорологии в России. Неоценимую помощь в становлении и развитии метеорологических наблюдений в Симбирске оказали ученые Казанского университета. Начало метеорологическим наблюдениям в Симбирске было положено в 1812 года учителем математики Симбирской гимназии Дмитрием Матвеевичем Перевощиковым. Он, в качестве любителя, проводил метеорологические наблюдения, и выписки из них доставлял в Казанский университет. Д.М. Перевощиков образование получил в Казани: в 1805 году окончил Казанскую гимназию и в том же году был зачислен в Казанский университет. Д.М. Перевощиков являлся одним из первых студентов этого учебного заведения. В 1809 году он окончил университет со званием кандидата. Для истории метеорологических исследований очень важно, что именно Д.М. Перевощиков положил начало метеорологическим наблюдениям при Симбирской гимназии, которые только в 30-х годах были введены в гимназиях Казанского округа как обязательные занятия преподавателей физики.

Согласно Уставу Министерства просвещения 1828 года метеорологические наблюдения введены были в обязанность преподавателям физики и с 1835 года при Симбирской гимназии производились систематически. По поручению попечителя округа Мусина-Пушкина метеорологическая станция была установлена по указаниям профессора Э.А. Кнорра, профессора физики и физической географии Казанского университета. Э.А. Кнорр осуществлял общее руководство сетью станций Казанского учебного округа, разработал специальную инструкцию «Наставление учителям Казанского учебного округа для делания метеорологических наблюдений», что способствовало упорядочению и развитию метеорологических и климатических исследований. Для изучения края Э.А. Кнорр совершал «учебные путешествия» по территории Казанского учебного округа. В 1836 г. профессор посетил все метеорологические станции на Волге, в том числе и Симбирск. По составленному им плану, наблюдения заключались в определении атмосферного давления, температуры воздуха, направления ветра и состояния неба по 4 раза в сутки: в 9 часов утра, в полдень, в 3 часа дня и в 9 часов вечера. О производстве метеорологических наблюдений при Симбирской гимназии с 1836 по 1864гг. ежегодно упоминалось в отчетах по округу, помещавшихся в «Начальственных распоряжениях по Казанскому учебному округу».

Э.А. Кнорр всячески пропагандировал пользу метеорологических наблюдений. В актовой речи 1840 года он указывал, что метеорологические исследования принесут человечеству пользу. В этой речи он определял метеорологию как науку о физических явлениях в атмосфере. «Занимаясь исследованием явлений в земной атмосфере, – говорил Кнорр, – метеорология, без сомнения была некогда началом и всей физики».

Большую работу по организации метеорологических наблюдений в Казанском учебном округе проводил А.С. Савельев – талантливый физик, один из учеников Э.К. Ленца, заведующий кафедрой физики и физической географии Казанского университета. При нем метеорологические наблюдения проводились пять раз в сутки по расширенной программе.

ПРОФЕССОР А. КНОРР И МЕТЕОРОЛОГИЯ В КИЕВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Снежко С.И.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

Преподавание метеорологии началось практически с момента основания университета (1834г.) и имеет давние традиции и славные имена, которые вошли не только в историю университета, но и в историю украинской и российской науки.

Метеорология в Киевском императорском университете Святого Владимира (ныне Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко) связана с именами наших выдающихся ученых – профессоров Е.А. Кнорра, Н.И. Талызина, члена-корреспондента Российской Императорской Академии наук П.И. Броунова, члена-корреспондента Российской Императорской Академии наук М.П. Авенариуса, академика Украинской АН И.И. Косоногова и академика Украинской АН Б.И. Срезневского.

Сначала метеорология излагалась в рамках курса лекций по физической географии как ее основного раздела, а во второй половине XIX в. она становится самостоятельной дисциплиной учебного процесса.

Первые лекции по метеорологии в Киевском университете читал с 1846 по 1858 г. заведующий кафедрой физики профессор Е.А. Кнорр, преподававший экспериментальную физику и физическую географию. Одновременно он занимался и значительной организационной работой, которая заключалась в организации и проведении метеорологических наблюдений и в создании метеорологической обсерватории Киевского университета.

Идея создания метеорологической обсерватории в Киеве была изложена еще в мае 1844 года в письме Санкт-Петербургской академии наук попечителю Киевского учебного округа. 20 декабря того же года письмо было рассмотрено на заседании совета Киевского университета и принято решение о необходимости организации обсерватории под руководством профессора физики.

8 июля 1848 советом университета решено расположить небольшую отдельное сооружение метеорологической обсерватории в Ботаническом саду. 19 июля 1848 г. архитектор В. Беретти получил приказ ректора о подготовке проекта и сметы здания. 18 мая 1851 началось строительство, которое продолжалось до лета 1854 года, и еще почти год длилось ее снаряжения и комплектации. 19 апреля 1855 начались регулярные (4 раза в сутки) метеорологические наблюдения. Официальное же открытие обсерватории состоялось 15 мая 1855 года.

Куратором этого строительства был профессор Эрнест Августович Кнорр, переехавший в 1846 г. из Казанского университета, где он также руководил метеорологическими исследованиями и преподавал метеорологию.

Э.А. Кнорр родился 23 ноября 1805 г. в г. Герцберг Саксонской провинции Прусского королевства (теперь Германия). В 1827 г. окончил Берлинский университет, где получил степень доктора философии. В 30-ые годы XIX века был приглашен на преподавательскую работу в Россию, работал в Казанском университете до 1846 г.

С 1846 г. по 1858 г. работал на кафедре физики Киевского университета в должности орди-

нарного профессора. Читал курсы оптической физики на физико-математическом и медицинском факультетах, физической географии. Он является основателем метеорологической обсерватории при Киевском университете, которой руководил в течение 1854–1858 гг.

Под его руководством в метеорологической обсерватории начались регулярные и комплексные наблюдения за давлением атмосферы, температурой и влажностью воздуха, направлением и силой ветра, количеством осадков. Проф. Кнорр внес значительный вклад в развитие таких отраслей науки как физика, геофизика, метеорология. К сожалению, в советские времена имя этого ученого и его роль в развитии науки и метеорологического образования замалчивалась. О нем нет ни одного упоминания в юбилейных изданиях Киевского университета, вышедших до 2000 г. Скучные данные о проф. Кнорре удалось добыть из изданного в 1884 г. проф. В.С. Иконниковым «Биографического словаря профессоров и преподавателей Императорского Университета св. Владимира (1834–1884)». Из него известно, что проф. Кнорр имел ряд опубликованных научных работ. Одна из которых «Disquisitiones quadam de aortu maris», Берлин, 1830 г., является, очевидно, его докторской диссертацией. Вторая – издана в Москве в 1837 г. в Бюллетне естественных наук на немецком языке и была посвящена определению абсолютной высоты г. Казани. А в 1841 г. он опубликовал в Казани свою работу, в которой были обобщены результаты метеорологических исследований в учебном округе Императорского русского университета Казань за период 1835–1836 гг.

Проф. А.Кнорр был очень уважаемым человеком, труд его на благо российской науки был достойно оценен. Так, в 1846 г. он был награжден орденом Св.Анны III степени. Эту награду он получил, судя по хронологии, за вклад в развитие Казанского университета. Работая в Киевском университете он был также награжден орденом Св.Анны II степени (1852 г.) а также орденом Св.Анны II степени с имперской короной (1854 г.).

В 1858 г. А.Кнорр уехал в Германию, в г. Дрезден.

РОЛЬ КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В СОЗДАНИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ВЯТКЕ И В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ

Френкель М.О.
ФГБУ «Кировский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Россия»

1. В истории начала метеорологических наблюдений на Вятской земле есть много загадок и официальных данных, которые могут на прямую (через официальные документы), либо косвенно (по средствам научных публикаций климатического характера) доказывать или опровергать различные версии.

Первые известные метеорологические сведения на Вятской земле относятся к 1456 году «когда, ... в весне, великий князь Московский послал рать на Вятку со князем Семеном Рязанским и ничтоже успе воротились» ... «... тогда ж была буря велика, громна гроза, и солнце гинуло.»

В Вятском Временнике (1905 г.) подобные сведения имеются и за 1471г., 1698 и другие годы.

Настоящие же метеорологические наблюдения были начаты в 1786 году первым директором Вятского главного народного училища Ив. Стефановичем.. В 1791г. он приобрел термометры и произвел первые инструментальные наблюдения за температурой воздуха. Затем вятский исследователь С.Н. Косарев (1888г.) нашел в швейцарских документах доктора Эрдмана на немецком языке метеорологические наблюдения на Вятке с 1812 по 1816г. Уже в 1830г. появились метеорологические инструментальные наблюдения. Если учесть время прохождения документа и время на организацию наблюдений, то можно прийти к выводу, что 1830 год и есть время начала официальных метеорологических наблюдений в Кировской области. Кроме того, известно, что в 1830г. они начались в г. Слободском, в Котельниче в уездном училище, в Вятской гимназии. 1835 год вписывается золотыми буквами в метеорологическую историю востока Европейской территории России, так как по инициативе профессора Казанского университета Е.А. Кнорра здесь начали открываться первые метеорологические станции. В итоге в 1835г. в Вятке была открыта метеостанция.

Материалы наблюдений регулярно высылались в Казанский университет, который курировал Вятскую губернию по образованию, Главную физическую обсерваторию, где стали печататься в ее «Записках». Они имели и имеют большую научную ценность, поскольку метеостанция Вятка была одной из первых на северо-востоке России. Ее данные широко использовали в своих научных исследованиях академики А.И.Воейков, Г.И. Вильд и другие. По ним академик К.С.Веселовский в 1850г. написал «Очерк климата Вятской губернии». За период с 1835 по 1895г. на Вятской земле было создано 63 метеорологических подразделения (станций, постов). Затем, во время революционных событий – одна (Вятка). С 1919г. ученица П.И.Броунова Е.Х. Березина воссоздала метеорологическую сеть. В 1939 году в Кирове для нужд авиации была создана авиаметеорологическая станция, а в 1943 году начато радиозондирование атмосферы. Гидрометбюро, гидрометстанция, аэрологическая станция, авиаметстанция в июне 1960 года были объединены в гидрометобсерваторию Киров, которая в 1987 году была преобразована в Кировский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Сейчас это один из самых крупных ЦГМС в Европейской части России. Здесь проводятся большие работы в области гидрологического, метеорологического, аэрологического, климатического, агрометеорологического,

авиаметеорологического мониторинга и мониторинга окружающей среды. Здесь совместно с учеными Казанского университета, ГГО, ГГИ, ВНИИМЦД, НПО «Планета» и другими, проводятся большие научные исследования региональной тематики.

2. Подготовка кадров высшей квалификации для Росгидромета, осуществляется в целом ряде университетов, в том числе по ПФО, в Казанском, Пермском, Саратовском. Но ежегодно выпускники не попадали на работу в органы Росгидромета по ПФО. При том, что специалистов гидрологов, синоптиков, метеорологов не хватает, даже в таких центрах где есть университеты, работают исключительно пенсионеры. Причина — низкая заработная плата и отсутствие жилья. Дошло до того, что руководители учреждений Росгидромета на уровне области или республики не имеют специального гидрометеорологического образования, а специалистов синоптиков, гидрологов, метеорологов назначают из числа географов, экологов или других специальностей. Так какое же качество работ и перспективы развития нас ждут?!

Решение данного вопроса лежит в двух плоскостях:

2.1.. Росгидромет заключает договора, и оплачивает их, с университетами по подготовке специалистов метеорологов, гидрологов, синоптиков с направлениями на учебу на эти специальности местных абитуриентов с конкретного субъекта федерации. Потом они распределяются в данные субъекты федерации в подразделения Росгидромета.

2.2. Росгидромет направляет письма-обращения главам (президентам) субъектов федерации по выделению субсидий для молодых специалистов на получение жилья, автомобиля (как для учителей и врачей).

2.3. Университетам пора осмыслить подготовку и переподготовку начальников метеостанций (бакалавры) и руководящих кадров и специалистов (магистры).

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 2

Часть 1

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ИТОГИ СОТРУДНИЧЕСТВА НГМС СТРАН СНГ В ОБЛАСТИ МОРСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ КАСПИЙСКОГО, ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ ЗА 20 ЛЕТ	2
Абузяров З.К.	
«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РАБОТ ПО АКТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СНГ»	4
Абшаев М.Т.	
КОСМИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ РОСГИДРОМЕТА И ОПЫТ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В НГМС СНГ.....	6
Асмус В.В., Блинов В.Г., Загребав В.А., Кровотынцев В.А., Милехин О.Е., Соловьев В.И., Успенский А.Б., Фролов А.В.	
О РАЗВИТИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ	8
Вильфанд Р.М., Киктёв Д.Б.	
СОТРУДНИЧЕСТВО НАЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ СНГ В ОБЛАСТИ ГИДРОЛОГИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	9
Георгиевский В.Ю., Сафаров М.Т.	
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ В СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В XXI ВЕКЕ	10
Катцов В.М.	
РЕЗУЛЬТАТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА НГМС СНГ В ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ	11
Клещенко А.Д.	
МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ СТРАН СНГ В 1992–2012 гг.	12
Косолец А.А., Шершаков В.М., Вакуловский С.М.	
ИСТОРИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ В г. КАЗАНИ	13
Переведенцев Ю.П.	
О ДОСТИГНУТЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ В ОБЛАСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА ПРОСТРАНСТВЕ СНГ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ	15
Петрова М.В.	
МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СЕТЬ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	17
Скуратович И.М., Трухин В.М.	
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СЛУЖБ СНГ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ	18
Чичасов Г.Н., Арифжонова Л.А.	

СЕКЦИЯ 1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

СИНТЕЗ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	20
Андреев С.Н., Гуменюк А.Ю., Сахаров А.А.	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПАВОДКОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КУБАНЬ	22
Арефьева О.Н., Борщ С.В., Мухин В.М., Полуниин А.Я., Симонов Ю.А., Харькова Т.А.	
ОСОБЕННОСТИ БАРИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО КРУГА.....	24
Аухадеев Т.Р., Наумов Э.П.	
ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОЗАТОРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КАЧЕСТВО МЕТОДИК ПРОГНОЗОВ МАКСИМАЛЬНЫХ ЗАТОРНЫХ УРОВНЕЙ ВОДЫ	25
Бузин В.А.	
ВЛИЯНИЕ ОПИСАНИЯ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА НА ПРОГНОЗ ПРИЗЕМНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В АРКТИКЕ	26
Бычкова В.И., Рубинштейн К.Г., Макштас А.П.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПЕРИОД ФОРМИРОВАНИЯ БЛОКИРУЮЩЕГО АНТИЦИКЛОНА НАД ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТЬЮ РОССИИ ЛЕТОМ 2010 г.	27
Варгин П.Н., Лукьянов А.Н., Ганьшин А.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОМАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ WRF ДЛЯ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ НА УРАЛЕ	28
Ветров А.Л., Свиззов Е.М.	
КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОРОГОВЫХ УСЛОВИЙ БЛОКИРОВАНИЯ АНТИЦИКЛОНОВ	29
Вильфанд Р.М., Тищенко В.А., Хан В.М., Роже Е.	
ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ЗАДЕРЖИВАЮЩИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ С УЧЕТОМ ИХ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ.....	31
Гедзенко Д.В., Манжосов В.С.	
АДАПТАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И БАЗ ДАННЫХ ПРИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗАХ ТАЛОГО СТОКА.....	33
Георгиевский М.В., Романов С.В.	
МЕТОД ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ РАВНИННЫХ РЕК	34
Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р.	
МЕЗОМАСШТАБНАЯ КОНВЕКЦИЯ В АТМОСФЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	36
Горбатенко В.П., Константинова Д.А.	

РОЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ОБЛАЧНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ	38
Дмитриева Л.Р., Харин А.С., Шатунова М.В., Перов В.Л.	
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ ПОЛЕТНОЙ ВИДИМОСТИ ПОД НИЗКИМИ ОБЛАКАМИ	39
Дорофеев В.В., Степанов А.В., Маслобойщиков А.Н.	
ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПРИ НАЛИЧИИ ТУМАНА В АЭРОПОРТУ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОК	41
Дьяков С.А., Ким М.Э.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСАХ РОССИИ КАК ПРИМЕР ОПЕРАТИВНОГО МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	43
Елисеев Г.В.	
ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА МОДЕЛЬНЫХ ПРОГНОЗОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ МЕЗОМОДЕЛИ COSMO ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ЛЕТНЕМ ПЕРИОДЕ.....	44
Здерева М. Я., Хлучина Н.А.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИК «ИДЕАЛЬНОГО» (PERFECT PROGNOS METHODS-PP) МЕТОДА ПРОГНОЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГРАДОПАСНОСТИ	46
Кагермазов А. Х., Кешева Л. А., Хучунаева С.Б.	
УСЛОВИЯ ВЫПАДЕНИЯ ЗАМЕРЗАЮЩИХ ОСАДКОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ В ДЕКАБРЕ 2010 ГОДА	48
Калинин Н.А., Смородин Б.Л., Давыдов Д.В.	
ПРОГНОЗ ЭВОЛЮЦИИ ФРОНТАЛЬНЫХ ЗОН	50
Комасько Н.И., Иванова А.Р.	
ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА МОДЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА WRF	51
Крохин В. В., Филь А. Ю.	
АНСАМБЛЕВЫЙ ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ С НЕДЕЛЬНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИЕЙ: ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ	53
Круглова Е.Н., Куликова И.А., Муравьев А.В.	
ВНЕДРЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС	54
Крупчатников В. Н., Севостьянов П.Ф.	
СЕЗОННЫЙ ПРОГНОЗ ЗИМНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВЫХ РАСЧЕТОВ МОДЕЛИ ПЛАВ ФГБУ «ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ»	56
Крыжов В.Н.	

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ, ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	57
Кузьмин В.А., Тимофеева Л.А., Коротыгина У.Е., Шеманаев К.В., Белаш Е.А., Спирихин А.И.	
АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПОГОДА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ЗИМОЙ 2012 ГОДА	58
Лапина С.Н.	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА РЕКАХ УЗБЕКИСТАНА.....	59
Мамаджанова Г.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВТОРЯЕМОСТИ ФОРМ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ И МИНИМАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА.....	60
Мартьяшкин А.Б., Чернокалова Н.Н.	
КРАТКОСРОЧНЫЙ И ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ УРОВНЯ ОЗЕРА СЕВАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	62
Мисакян А. Э., Варданян Л. Р., Азизян, Л. В.	
О ПОВЫШЕНИИ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ	63
Морозова С.В.	
ГЕНЕРАЦИЯ ДОСТУПНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ВСЛЕДСТВИИ ПРИТОКА ДЛИННОВОЛНОВОЙ РАДИАЦИИ В ЦИКЛОНАХ УМЕРЕННЫХ ШИРОТ	65
Москалёва О.В.	
СОВМЕСТНЫЕ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ, ОПАСНЫХ И НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ	66
Полищук А.И., Рябов Д.А.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ДУХПОЛЯРИЗАЦИОННОГО РАДАРА ДЛЯ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ.....	68
Поморцева А.А., Калинин Н.А., Ветров А.Л.	
СИЛЬНЫЕ И ОЧЕНЬ СИЛЬНЫЕ СНЕГОПАДЫ: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИХ УСПЕШНОСТИ.....	69
Попова Е.В.	
АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ СПЕКТРОРАДИОМЕТРА MODIS И АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ	71
Разумова О. В., Кречетова С. Ю.	
ОПЕРАТИВНАЯ СИСТЕМА COSMO-RU КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ С ШАГОМ СЕТКИ 7 КМ НА ОСНОВЕ НЕГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ И ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ.....	73
Ривин Г.С., Розинкина И.А., Блинов Д.В., Перов В.Л., Суркова Г.В., Алферов Д.Ю., Казакова Е.В., Кирсанов А.В., Ревокатова А.П., Сапунцова Е.В., Шатунова М.В., Чумаков М.М.	

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ CORSO И ЕГО ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО КОНСОЛИДАЦИИ ОПЕРАТИВНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	75
Розинкина И.А., Ривин Г.С., Астахова Е.Д.	
РАЗВИТИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ В КАЗАХСТАНЕ	77
Сазанова Б.А, Деева Ю. В, Ескалиева М.Т.	
РАСЧЕТ СКОРОСТИ ВЕТРА В СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ АТМОСФЕРЕ ПРИ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССАХ	78
Семенова Ю.А., Закинян Р.Г., Топорков К.И.	
АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ, ОСНОВАННОЙ НА ДВМК, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	80
Смерек Ю.Л, Сухов С.А, Летунова Н.С.	
СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПОРЫВОВ СКОРОСТИ ВЕТРА	82
Смирнова М.М., Рубинштейн К.Г., Юшков В.П., Курбатов Г.А.	
ПРОГНОЗ СТЕПЕНИ КОМФОРТНОСТИ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В РАМКАХ ЗАДАЧИ СНИЖЕНИЯ МЕТЕОПАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ НАСЕЛЕНИЯ.....	84
Ткачук С.В., Рубинштейн К.Г.	
ОЦЕНКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ АКТУАЛЬНЫХ ДЛЯ ПОЛЕТОВ ПО ПЛОЩАДЯМ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГОДЫ СИНОПТИЧЕСКОГО И МЕЗОМАСШТАБА С АНАЛИЗОМ ОШИБОК ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ РЕГУЛЯРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ГМС ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	85
Токарев В.М.	
О ВОЗМОЖНОСТИ УСВОЕНИЯ ДАННЫХ РАДИОИЗМЕРЕНИЙ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЧИСЛЕННОЙ МЕЗОМАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ	86
Хуторова О.Г., Тептин Г.М., Краснов В.И., Скобельцын К.В., Хуторов В.Е.	
МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ ПУТЕМ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	87
Ценных А.А., Андреев С.Н.	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ ДЛЯ АВИАЦИИ	89
Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р., Ветрова Е. И.	
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗА КАТЕГОРИЙ ОПАСНОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	91
Ширяев М.В., Рубинштейн К. Г.	

СЕКЦИЯ 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ И ЭКОНОМИКУ РЕГИОНОВ

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА	93
Аббасов Р. Х.	
ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВНЕТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА	94
Акперов М.Г., Мохов И.И.	
ПРОЯВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В МОРСКОЙ АРКТИКЕ.....	95
Алексеев Г.В.	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ЗАПАДНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ В СРЕДНЕМ КАСПИИ	96
Аллахвердиев З.С, Кочарли Г.Н.	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЙ ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РЕСПУБЛИК ТАТАРСТАНА И МОРДОВИИ.....	98
Амельченко Е.В., Коршунов А.А.	
ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОНЯТИЯ «КЛИМАТ».....	99
Арушанов М.Л.	
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКОСИСТЕМЫ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КРАЯ.....	100
Аськеев О.В., Аськеев И.В., Тишин Д.В.	
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ.....	101
Ашабоков Б.А., Архестов Г.Х., Федченко Л.М., Шаповалов А.В.	
СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА В УКРАИНЕ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА	102
Балабух В.А., Клок С.В., Лавриненко Е.Н., Сотник Т.Л.	
ОЦЕНКА И ПРОЕКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В БАССЕЙНЕ р. ДНЕСТР.....	104
Балабух В.А., Краковская С.В., Набиванец Ю.Б.	
ОЦЕНКА ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕМНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ.....	106
Богданов М.Б., Ефремова Т.Ю., Катрущенко А.В.	
КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА.....	108
Богданова Р.Н.	

ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И СУТОЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ СНЕГОПАДОВ, ОТРАЖАЮЩИЕСЯ В РАСХОДАХ НА УБОРКУ МАГИСТРАЛЕЙ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ 109 Борзенкова А.В., Шмакин А.Б.	109
СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА РОССИИ КАК ИНДИКАТОРА СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА 110 Булыгина О.Н.	110
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА 111 Георгиевский В.Ю., Шалыгин А.Л.	111
О КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА..... 113 Гоголь Ф.В., Гимранова А.Б.	113
ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РАВНИННЫХ РЕКАХ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ114 Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р.	114
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СТАЦИОНАРНОСТИ И ОДНОРОДНОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА р. ДНЕСТР 116 Горбачёва Л.А.	116
РАСЧЁТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК И РУЧЬЁВ ЗАКАРПАТСКОЙ ВОДНОБАЛАНСОВОЙ СТАНЦИИ..... 118 Горбачёва Л.А., Баужа Т.А.	118
ОЦЕНКА СТАЦИОНАРНОСТИ ОСНОВНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ р. ДЕСНА..... 120 Горбачёва Л.А., Колянчук О.В.	120
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА ОНЕГИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 122 Горелиц О.В., Землянов И.В., Крыжов В.Н.	122
НАБЛЮДАЕМОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ..... 123 Грищенко И.В.	123
О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАСЧЕТА СПЕКТРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТА С УЧЕТОМ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ 125 Дмитриев В.Г., Алексеев Г.В.	125
О СЕМИТОМНОЙ СЕРИИ КНИГ «ВКЛАД РОССИИ В МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ ГОД 2007/08» 126 Дмитриев В.Г., Данилов А.И.	126
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В XX–XXIII ВЕКАХ ПРИ СЦЕНАРИЯХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ RCP, ОЦЕНЕННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КМ ИФА РАН..... 127 Елисеев А.В., Мохов И.И.	127

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В АРКТИКЕ: ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТОВ И РОЛЬ РАЗРЕШЕНИЯ..... 128 Ефимов С.В., Школьник И.М.	128
МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОБЪЕКТОВ ВОД СУШИ..... 129 Журавин С.А., Калюжный И.Л., Лавров С.А.	129
ЧАСТОТА И ИНТЕНСИВНОСТЬ АНОМАЛИЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА..... 130 Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г.	130
МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН 132 Иевлева К.С.	132
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ 134 Иманов Ф.А., Мамедов А.С.	134
ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАЗАНИ И ЕЁ ОКРЕСТНОСТЕЙ..... 136 Исаева М.В.	136
ОЦЕНКА ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 138 Исаков С.В., Шкляев В.А.	138
ЗАМОРОЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА..... 140 Исмагилов Н.В.	140
СТАНОВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ 142 Казьмин С.П., Климов О.В., Волков И.А.	142
АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАДАЮЩИХ ОСАДКОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ 144 Калов Х.М., Калов Р.Х., Шугунов Л.Ж.	144
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ 146 Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д.	146
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТРОПОСФЕРЕ НАД ЗАПАДНОЙ СИБИРЬЮ..... 147 Карташова Е.С., Задде Г.О., Соколов К.И.	147
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ВЛИЯНИЕ ЕГО НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСТАНА..... 149 Кожаметов П.Ж., Кожаметова Э.П., Петрова Е.Е.	149

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНОЙ СРЕДЫ МАЛЫХ РЕК ПРИАЗОВЬЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ 151 Кондакова М.Ю.	151
КРИТЕРИИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ..... 152 Коршунова Н.Н., Булыгина О.Н., Разуваев В.Н.	152
МОНИТОРИНГ УФ-ОБЛУЧЁННОСТИ НА ШИРОТЕ ТОМСКА 153 Косторная А.А., Смирнов С.В.	153
ЧИСЛЕННЫЕ ПРОЕКЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДО 2050 ГОДА НА ПРИМЕРЕ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ 155 Краковская С.В., Гнатюк Н.В., Дюкель Г.А.	155
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА СЕВЕРЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ..... 157 Кукаренко Е.А., Василевская Л.Н., Ламаш Б.Е.	157
СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ 158 Лыкосов В.Н.	158
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ТИКСИ – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО МЕЖДУНАРОДНОЙ СЕТИ ПОЛЯРНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ 159 Макштас А.П., Богородский П.В., Кустов В.Ю., Решетников А.И., Коноплев А.В. Репина И.А., Уттал Т., Лаурила Т.	159
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА УВЕЛИЧЕНИЕ ЭМИССИИ МЕТАНА НА ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ 161 Малахова В.В., Голубева Е.Н.	161
О ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕОСНАЩЕНИИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА 163 Малышев В.А., Луцько Л.В., Соколенко С.А., Бычкова А.П., Казеев Ю.И., Шевченко А.И.	163
ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ИХ РЕАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ..... 165 Махмудов Р.Н.	165
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕЙ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКОРОСТИ ВЕТРА НА БОЛЬШОМ И МАЛОМ КАВКАЗЕ (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)..... 166 Махмудов Р.Н., Сафаров С.Г., Сулейманов М.Ф., Сафаров А.С.	166
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МУТНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ... 168 Махоткина Е.Л., Лукин А.Б., Махоткин А.Н.	168
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ 169 Мелконян Г.А., Овсепян А.Р., Ирицян А.Р., Халатян Е.С., Оганесян Д.М., Шиндян С.С.	169
ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И МЕРЫ ПО АДАПТАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА К ЭТИМ ИЗМЕНЕНИЯМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ 170 Мельник В.И., Комаровская Е.В., Шевцова Н.С.	170

О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ..... 171 Микуцкий В.С.	171
РОЛЬ ЦИРКУЛЯЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА 172 Морозова С.В.	172
ИЗУЧЕНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА..... 174 Мусаева М.А.	174
ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА..... 175 Надёжина Е.Д., Семиошина А.А., Школьник И.М.	175
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЯВЛЕНИЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА В РЕГИОНАЛЬНОМ АСПЕКТЕ (НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УВЛАЖНЕНИЯ ДЛЯ УРАЛА И ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ) 176 Немировская Л.Г.	176
КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН 178 Николаев А.А.	178
ИССЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛЬНО ЖАРКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ..... 180 Парежев И.В.	180
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ 181 Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Наумов Э.П., Важнова Н.А.	181
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТИ, УВЛАЖНЕННОСТИ ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ 182 Переведенцев Ю.П., Шарипова Р. Б.	182
РАЙОНИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ НАГРУЗОК НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ 183 Петерс А.А.	183
ИЗМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЭМИССИИ МЕТАНА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ ПО ДАННЫМ РЕГИОНАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГГО 184 Пикалёва А.А.	184
СВЯЗЬ ОПАСНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ И ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В XX ВЕКЕ С МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ 185 Поляков Д.В., Кужевская И.В.	185
ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРА ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ КАК ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ..... 187 Полянская Е.А.	187
БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВО ВЛАЖНЫЕ И СУХИЕ ГОДЫ 189 Пряхина С.И., Гужова Е.И.	189

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	191
Расторгуев И.П., Неижмак А.Н., Землянухина О.С.	
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ.....	193
Решетняк О.С., Лаврищев А.С.	
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ....	195
Рыхлов А.Б.	
ПРОЯВЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЦИКЛОВ В КОЛЕБАНИЯХ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛИМАТА.....	197
Салугашвили Р.С.	
ВЛИЯНИЕ ОРОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО АЛТАЯ)	198
Севастьянов В.В., Севастьянова Л.М.	
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУМАНОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ СИБИРИ.....	200
Семиошина А.А., Надёжина Е.Д., Школьник И.М.	
СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТООБУСЛОВЛЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ, УВЛАЖНЕННОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОСФЕРЫ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН.....	201
Сиротенко О.Д., Павлова В.Н., Аабашина Е.В., Варчева С.Е.	
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ АЛЬБЕДО И ПОГЛОЩЁННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В 2010–2012 ГОДАХ.....	203
Скляров Ю.А., Котума А.И., Червяков М.Ю.	
ИЗМЕНЕНИЯ ИСПАРЕНИЯ С ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА.....	204
Сперанская Н.А.	
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	206
Стадник В.В.	
АНАЛИЗ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА.....	207
Ташилова А.А., Кешева Л.А.	
ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛА ОСНОВНЫХ ПЕРЕНОСЧИКОВ МАЛЯРИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	209
Титкина С.Н., Ясюкевич В.В., Семенов С.М., Давидович Е.А., Ясюкевич Н.В.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАПРОСАМ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ.....	211
Трофимова О.	

ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА	212
Тудрий В.Д., Ахмеджанов Ш.М., Важнова Н.А.	
ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В ПЕРИОД ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	214
Франчук И.В., Мельник В.И., Комаровская Е.В.	
УРБАНИЗАЦИЯ И МЕЗОКЛИМАТ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	216
Хайруллин К.Ш.	
ВЛИЯНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА САРАНСКА.....	217
Хлевина С.Е., Меркулов П. И, Меркулова С. В., Сергейчева С. В.	
ПОЛИФАКТОРИАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ В МЕЖМЕРИДИАЛЬНОМ ГРАДИЕНТЕ ПО ТИПАМ КЛИМАТА.....	219
Хлюстов В.К., Устинова М.А., Химица Е.Г.	
БАЗА МЕТАДАННЫХ – ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ АНАЛИЗА ДЛИТЕЛЬНЫХ РЯДОВ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ	220
Цветков А.В.	
МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ОЗОНА В СТРАТОСФЕРНОМ ПОЛЯРНОМ ВИХРЕ В АРКТИКЕ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД	221
Цветкова Н.Д., Варгин П.Н., Юшков В.А., Дорохов В.М.	
КЛИМАТОЛОГИЯ И МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБЛАЧНОСТИ В АРКТИКЕ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ...	223
Чернокульский А.В., Мохов И.И., Эзау И.Н.	
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕПЛОМ И ХОЛОДНОМ ПОЛУГОДИЯХ В УМЕРЕННЫХ ШИРОТАХ ВОСТОЧНОЙ ЕВРАЗИИ.....	224
Чернышева Л.С., Платонова В.А., Карякина И.А.	
ИЗМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ТЕЧЕНИЕ СОЛНЕЧНОГО ЦИКЛА.....	226
Чукин В.В., Кузьминых Е.В.	
ВОЛНА ТЕПЛА В ИЮЛЕ–АВГУСТЕ 2010 г. НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ.....	227
Шевченко О.Г., Снежко С.И.	
СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВОГРУНТОВ И УСТОЙЧИВОСТЬ СООРУЖЕНИЙ В ЗОНЕ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ РОССИИ.....	229
Шерстюков А.Б.	
ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА	231
Шерстюков Б.Г.	

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В РАЗЛИЧНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА..... 233
Шкаберда О.А., Василевская Л.Н., Ламаш Б.Е.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПЕРМСКОМ КРАЕ 234
Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С.

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ЭФТРОФИКАЦИИ ВОДОТОКОВ 236
Шлычков А.П., Минакова Е.А., Латыпова В.З.

Часть 4

СЕКЦИЯ 3 РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ
ОТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ..... 238
Акимов Л.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРПРОИЗВОДНЫХ ФЕНОЛА В ВОДЕ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ 240
Андреев Ю.А., Морозова В.Е.

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ (СОЗ)
НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕ-ВОЛЖСКОГО РЕГИОНА НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА
ДЗЕРЖИНСКА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 241
Андрянова Н.В., Бахметьев Р.Г., Волкова Е.Ф., Дудко Г.А., Коноплев А.В., Кочетков А.И,
Максимова В.А., Пасынкова Е.М., Первунина Р.И., Самсонов Д.П.

ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ПОЖАРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ
УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ГОРОДАХ РЕГИОНОВ РОССИИ..... 243
Ануфриева А.Ф.

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗА АВАРИЙНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ
В АТМОСФЕРЕ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ РОССИЙСКИХ АЭС (ПАРРАД)..... 244
Арутюнян Р.В., Семенов В.Н., Сорокикова О.С., Припачкин Д.А., Дзама Д.А.,
Рубинштейн К.Г., Смирнова М.М., Игнатов Р.Ю.

ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ... 245
Ахметшина А.С.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУЛЬФАТ- И НИТРАТ ИОНОВ
В СОСТАВАХ ВЫПАДАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНЫЕ РЕГИОНЫ АЗЕРБАЙДЖАНА ДОЖДЕЙ..... 247
Байрамов Ш. П., Дадашова Ф.С.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТОКСИЧНОСТИ СОЛОНОВАТЫХ ВОД
В МОНИТОРИНГЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ 248
Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ..... 250
Боева Л.В., Михайленко О.А., Тамбиева Н.С., Андреев Ю.А.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В г. ОБНИНСК
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ 252
Булгаков В.Г. , Запечалов М.А. , Сарычев С.А. , Косых В.С., Каткова М.Н.,
Сурнин В.А., Гниломедов В.Д. , Лобов А.И. , Левшин Д.Г.

РАДИОАКТИВНЫЕ АЭРОЗОЛИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ
ВСЛЕДСТВИЕ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА» 253
Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Волокитин А.А., Полянская О.Н., Ким В.М.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РОСГИДРОМЕТА
НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ 254
Булгаков В.Г., Запечалов М.А., Лукьянова Н.Н., Нечаев Д.Р., Сарычев С.А.,
Семёнова И.В., Сурнин В.А.

О НЕОБХОДИМОСТИ МОНИТОРИНГА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СОДЕРЖАНИЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ КОЛЛЕКТОРОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУДАРЬИ 255
Верещагина Н.Г., Чуб В.Е., Щетинников А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ПРИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯХ..... 256
Волчков А.В., Малышев В.А., Луцько Л.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДАХ РЕК
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА В ПИКОВЫЕ ФАЗЫ ВОДНОГО РЕЖИМА..... 257
Воробьева Т.И., Гущина Л.П., Жинжакова Л.З., Реутова Т.В., Чередник Е.А., Машуков Х.Х.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОЙ (ЭЙЛЕРОВО-ЛАГРАНЖЕВОЙ) МОДЕЛИ
НА ПРИМЕРЕ РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ НА ОСТРОВЕ ХАТЕРУМА 259
Ганьшин А.В., Журавлев Р.В., Лукьянов А.Н., Максюттов Ш.Ш., Мукай Х.

СТРОИТЕЛЬСТВО АЭС В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ
РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ..... 260
Жукова О.М., Русая И.Е.

ОЦЕНКА ГЛОБАЛЬНЫХ ПОТОКОВ CO₂ ДЛЯ 2009–2010 ГОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НАЗЕМНЫХ И СПУТНИКОВЫХ (GOSAT) НАБЛЮДЕНИЙ..... 262
Журавлев Р.В., Ганьшин А.В., Максюттов Ш.Ш., Ощепков С.Л., Хаттатов Б.В.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОБООТБОРА ДИСПЕРСНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ..... 263
Зарипов Ш.Х.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ, ГИДРОХИМИЧЕСКИХ
И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЕГО СОСТОЯНИЯ 264
Землянов И.В., Горелиц О.В., Андрянова Н.В.

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ.....	266
Иванченко К.В., Яновский И.С., Шарикова О.П., Смирнова И.В., Чичерин С.С., Генихович Е.Л., Полищук А.И.	
МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	267
Казьмин С.П., Климов О.В., Матвеева Ю.В.	
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДАХ УКРАИНЫ.....	269
Киптенко Е.Н., Баштанник М.П., Козленко Т.В.	
ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СЕТИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	271
Козерук Б.Б., Станкевич А.П.	
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБОБЩЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД.....	272
Колесникова Е.В., Маслова А.В.	
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	274
Кондратьева Т.А., Жданова Г.Н., Захаров С.Д.	
СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ НИЖНЕКАМСК.....	276
Константинова Ю.М., Савельев А.А.	
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭПИЗОДОВ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОЗДУХА.....	278
Кузнецова И. Н., Зарипов Р.Б., Нахаев М.И., Коновалов И.Б., Звягинцев А.М., Семутникова Е.Г.	
РАЗВИТИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	279
Кузьмин С.И.	
ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СХК НА НАСЕЛЕНИЕ И РЕЧНУЮ БИОТУ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	281
Лунёва. К.В., Крышев А.И.	
О ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕОСНАЩЕНИИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА.....	283
Малышев В.А., Луцько Л.В., Соколенко С.А., Бычкова А.П., Казеев Ю.И., Шевченко А.И.	
РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЭВТРОФИРОВАНИЯ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	285
Минина Л.И., Хоружая Т.А., Мартышева Н.А.	

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ОЗЕРЕ БАЙКАЛ В РАЙОНАХ СИЛЬНОГО АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	287
Никаноров А.М., Резников С.А., Матвеев А.А., Аракелян В.С., Халиков И.С.	
К ВОПРОСУ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДОТОКОВ.....	289
Никаноров А.М., Л.И. Минина, Е.Е. Лобченко, В.П. Емельянова	
ПОДХОДЫ К КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ, ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИОАКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	291
Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Соколова Л.П.	
МОНИТОРИНГ МЕЛКОДИСПЕРСИОННЫХ ЧАСТИЦ (PM10, PM2,5) В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В УЗБЕКИСТАНЕ.....	293
Нишонов Б.Э., Гранкина Г.Н., Чуб В.Е., Кадыров Б.Ш.	
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ САМООЧИЩЕНИЯ И КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КАЗАНИ.....	295
Переведенцев Ю.П., Хабутдинов Ю.Г.	
НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА НАНОСОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	297
Поздняков Ш.Р.	
ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ПРИРОДНЫХ ВОДАХ.....	299
Предеина Л.М., Штылев А.Н.	
МОНИТОРИНГ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭПИГЕЙНОЙ ЛИХЕНОБИОТЫ В НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ.....	301
Пчелкин А.В., Пчелкина Т.А.	
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ РОССИИ.....	303
Решетняк О.С., Лаврищев А.С.	
МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ В ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕРЕНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	305
Свистов П.Ф., Полищук А.И., Першина Н.А.	
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ДИНАМИКА АЗОТА НИТРАТНОГО И САМООЧИЩАЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕКИ (НА ПРИМЕРЕ р. БЕРЕЗИНЫ).....	307
Селицкая В.В.	
МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНОВ ВЕРХНЕЙ ОКИ И ДЕСНЫ.....	309
Семёнова И.В., Наймушина Т.В., Крутских О.И.	

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	310
Тишиков Г.М., Тишиков И.Г.	
АВАРИЙНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА.....	311
Трунов Н.М., Никаноров А.М., Ластенко И.П.	
ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В САРАТОВЕ.....	313
Фетисова Л.М., Семенова Н.В., Короткова Н.В.	
ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННЫХ СОДЕРЖАНИЙ ВАНАДИЯ, МОЛИБДЕНА И НИКЕЛЯ В УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЯХ РЕК ПРИАЗОВЬЯ	314
Хорошевская В.О., Воробьева Т.И. , Машуков Х.Х.	
ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ И ИНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПОСЛЕ ВВОДА ИХ В ДЕЙСТВИЕ.....	316
Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Сарычев С.А., Косых В.С., Запелалов М.А., Любимцев А.Л., Нечаев Д.Р., Семенова И.В.	

Часть 5**СЕКЦИЯ 4****ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ**

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ, ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОЛОДЫЕ КАДРЫ ПОЛЯРНЫХ ОКЕАНОГРАФОВ ДЛЯ АНТАРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	317
Ионов В.В., Лукин В.В.	
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ФГБУ «ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ»: ОПЫТ РАБОТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ	319
Круглова Е.Н., Шестакова Н.А.	
ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ГИДРОЛОГОВ.....	321
Мамаева М.А., Кузьмин В.А.	
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ»	322
Морозова С.В.	
СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ КАДРОВ НА КАФЕДРЕ МЕТЕОРОЛОГИИ, КЛИМАТОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ АТМОСФЕРЫ КАЗАНСКОГО (ПРИВОЛЖСКОГО) ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА	323
Переведенцев Ю.П., Наумов Э.П., Шанталинский К.М., Гоголь Ф.В.	
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ	324
Расторгуев И.П., Неижмак А.Н.	

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ-МЕТЕОРОЛОГОВ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ.....	326
Рубинштейн К.Г., Переведенцев Ю.П., Гурьянов В.В., Игнатов Р.Ю.	
ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В РАМКАХ НОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ СПБГУ	328
Рубченя А.В., Пряхина Г.В.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ: ИННОВАЦИИ ПОСЛЕДНИХ 20 ЛЕТ	329
Степаненко С.Н.	
РОЛЬ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВУЗОВСКОГО ОБУЧЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГОВ	330
Толмачева Н.И.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ПРИКЛАДНАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ»	331
Трубина М.А., Абанников В.Н., Григорьева Е.Г., Черемных А.В., Головань Я.В.	

Часть 6**КРУГЛЫЙ СТОЛ****ПО ИСТОРИИ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЙ В г. КАЗАНИ**

О МНОГОЛЕТНЕМ ПЛОДОТВОРНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ МЕТЕОРОЛОГОВ КАЗАНСКОГО И ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТОВ.....	333
Калинин Н.А.	
ИСТОРИЯ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ НА УРАЛЕ: РОЛЬ А.Я.КУПФЕРА	334
Литовский В.В.	
АКАДЕМИК А.Я.КУПФЕР – ОСНОВАТЕЛЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ.....	336
Махоткина Е.Л., Хайруллин К.Ш., Ерохина А.Е., Махоткин А.Н.	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	337
Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М.	
К 200-ЛЕТИЮ КАЗАНСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ.....	339
Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П.	
РОЛЬ УЧЁНЫХ КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В СИМБИРСКЕ	341
Салахова Р.Х.	
ПРОФЕССОР А. КНОРР И МЕТЕОРОЛОГИЯ В КИЕВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ	342
Снежко С.И.	
РОЛЬ КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В СОЗДАНИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ВЯТКЕ И В ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ	344
Френкель М.О.	

