

Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена

Санкт-Петербургский институт природопользования, промышленной
безопасности и охраны окружающей среды

Комиссия географии океана Санкт-Петербургского городского отделения
Русского географического общества

Всероссийская научная конференция
с международным участием

“Экология и климат”

Тезисы

25-26 февраля 2020 года
Санкт-Петербург

**К 100-летию
Михаила Ивановича Будыко**

Санкт-Петербург
2020

Экология и климат. Тезисы Всероссийской научной конференции с международным участием. – СПб.: ИПК «Прикладная экология», 2020. – 110 с.

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской научной конференции с международным участием “Экология и климат”, проходившей в Санкт-Петербурге 25-26 февраля 2020 года.

Конференция посвящена 100-летию со дня рождения выдающегося климатолога и эколога академика РАН Михаила Ивановича Будыко (1920-2020 гг.).

Экология и климат являясь основами жизни на Земле, определяют не только состояние здоровья человека, степень его эмоциональности, работоспособности, состояние психологического комфорта, но и в конечном итоге становятся мощными экономическими, а в последнее десятилетие – и политическими факторами. Не случайно мировое сообщество крайне озабочено экологическими и климатическими изменениями на планете, что выливается в целый ряд политических мероприятий: это принятие Киотского протокола и следующего за ним Парижского Соглашения, многочисленные международные саммиты по вопросам экологии и климата и неоднократно принимаемые решения в рамках ООН. В связи с этим растет актуальность изучения эколого-климатических процессов, что особенно важно для такой страны как Россия.

Сборник будет интересен ученым, специалистам и всем, кого интересуют вопросы изменения экологических и климатических условий на планете.

Редакционная коллегия:

Лемешко С.Ф., Субетто Д.А., Цветков В.Ю.

© РГПУ им. А.И. Герцена

© АНО ДПО «ИПК «Прикладная экология»

ISBN 978-5-903450-21-3



9 785903 450213



Михаил Иванович Будыко (20.01.1920-10.12.2001) – выдающийся российский ученый, посвятивший свою жизнь развитию наук о Земле, академик Российской академии наук

С 1942 г. научная деятельность М.И. Будыко, сразу после окончания Ленинградского политехнического института, была связана с Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова, директором которой он был с 1952 по 1972 г.

С 1975 г. до конца своих дней М.И. Будыко возглавлял Отдел исследований изменения климата в Государственном гидрологическом институте.

В исследованиях М.И. Будыко в период 1955–1974 гг. была выполнена оценка составляющих энергетического баланса на суше и океанах, получивших широкое признание в России и за рубежом, были заложены основы нового направления метеорологической науки – физической климатологии (теории климата).

Совместно с академиком А.А. Григорьевым (1956 г.) сформулировал периодический закон географической зональности.

Выявил современную тенденцию изменений климата на территории СССР и всего Северного полушария. Внёс большой вклад в изучение теплового баланса Земли (Ленинская премия, 1958 г.).

Широта научных интересов и богатая интуиция позволили М.И. Будыко внести весомый и оригинальный вклад в ряд смежных дисциплин – биоклиматологию, агроклиматологию, палеоклиматологию, глобальную экологию, геохимию, биологическую эволюцию.

Работы М.И. Будыко, выполненные в конце 1970 – начале 1980 гг. сыграли исключительную роль в формировании современных научных взглядов на проблему антропогенных изменений климата в настоящее время и прогностических оценок на будущее.

Под его руководством осуществлялась разработка прогнозов изменений режима температуры воздуха и осадков в отдельных регионах Земли и оценка влияния изменений климата планеты на хозяйственную деятельность и природную среду.

Количественный прогноз повышения средней глобальной температуры воздуха, обусловленного ростом концентрации парниковых газов в атмосфере, выполненный М.И. Будыко в 1972 году с высокой точностью оправдался в конце XX века.

Дальнейшие исследования по этой теме были опубликованы в коллективной монографии «Антропогенные изменения климата» (1987 г.).

Собственно экологическое направление исследований М.И. Будыко представлено такими его работами, как «Глобальная экология» (1977 г.) и «Эволюция биосферы» (1984 г.).

Фактически, он стал автором нового направления на стыке экологии и географии (глобальной экологии), которая в наши дни существует как вполне оформившаяся, самостоятельная наука.

В эти годы он создал Рабочую группу-8, в рамках Межправительственного Соглашения между СССР и США, занимавшуюся проблемами охраны окружающей среды и изменения климата, и был ее председателем до момента ее закрытия в 1992 году.

М.И. Будыко был первым, кто решился предупредить человечество о неизбежности глобальных изменений климата в результате хозяйственной деятельности.

Усилиями и трудами И.М. Будыко, а также его коллег и учеников теория климата стала одной из наиболее продвинутых и практически значимых наук о Земле.

За свою научную карьеру М.И. Будыко опубликовал 24 монографии, 2 научно-популярные книги по всемирной истории и истории литературы и более 200 научных статей.

Основные труды М.И. Будыко: Испарение в естественных условиях. Л., 1948; Тепловой баланс земной поверхности. Л., 1956; Изменения климата. М.,

1969; Климат и жизнь. М., 1971; Глобальная экология. М., 1977; Климат в прошлом и будущем. М., 1980; Эволюция биосферы. М., 1984; Предстоящие изменения климата. М., 1991 (соавт.).

М.И. Будыко был почетным членом Географического общества России и Американского метеорологического общества; избирался депутатом районного и Ленинградского городского Советов; награжден орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», «За заслуги перед Отечеством» II степени; медалями; лауреат Ленинской премии, премий им. А.П. Виноградова и им. А.А. Григорьева; удостоен золотой медали им. Ф.П. Литке, золотой медали Международной метеорологической организации, медали им. Роберта Хортонна.

Наивысшей оценкой научной деятельности Михаила Ивановича стала присужденная ему в 1998 г. за достижения в исследованиях окружающей среды премия международного фонда Асахи «Голубая Планета».

Это награждение – признание выдающегося вклада академика Михаила Ивановича Будыко в мировую климатологию и экологию.

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

участникам конференции «Экология и климат»,
посвященной столетию со дня рождения Михаила Ивановича Будыко

Михаил Иванович был выдающимся ученым, во многом определившим направление развития науки о климате во всем мире. Его Атлас теплового баланса земного шара был сразу же переведен на английский язык и много десятилетий служил основой зарубежным климатологам для валидации численных моделей климата. За этот Атлас ему была присуждена высокопрестижная японская премия Голубая планета, и будучи 20 лет назад в Японии я многократно слышал, с каким глубоким уважением местные ученые относились к нему и спрашивали о его здоровье и планах. У меня с ним были самые глубокие и тесные отношения.

По приезду в Ленинград он всегда звал меня к себе, и мы обсуждали научные новости, что и как надо делать в развитие теории климата. Так родилась совместная книга «Глобальные климатические катастрофы», к которой присоединился Юрий Антонович Израэль (Л.: Гидрометиздат, 1986), переведенная на английский и японский языки. В середине 1970-х гг. было подписано Советско-Американское соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды и в рамках этого соглашения было организовано 8 рабочих групп по различным аспектам этой научной проблемы. Наиболее активной группой была Восьмая рабочая группа по проблемам климата и его изменений. С нашей стороны её руководителем был Михаил Иванович, со стороны США такие крупные ученые как Смагоринский, Гэйтс, Флетчер. До конца 1980-х гг. Будыко был не выездным, поэтому регулярные совещания 8-й группы проходили в СССР, и многие крупные американские ученые приезжали к нам, например, Эдвард Лоренц, Раманатан, Хансен и др. Сами заседания проходили весьма активно и способствовали оживлению связей, определению недостаточно разработанных и новых направлений исследований, организации совместных полевых экспедиций.

Словом, Михаил Иванович был крупной фигурой в науке, способствовавшей ее формированию и развитию и в наши дни.

Желаю участникам конференции, особенно молодым, следовать его примеру и заветам, что безусловно приведет к дальнейшим успехам в науках о климате и окружающей среде.



Г.С. Голицын,
академик РАН, член Академии Европы,
Почетный член Королевского метеорологического общества,
Почетный член Европейского союза наук о Земле

ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК РАСЧЕТА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА. РАСЧЕТ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА НА ПРИМЕРЕ КАМПУСОВ РУДН

*Абдуллина Л.Р.,
магистр, Российский университет дружбы народов,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

углеродный след, парниковые газы, изменение климата, GreenMetric, зеленый университет.

Одним из факторов, способствующих изменению климата, является уровень выбросов парниковых газов, объем которых можно оценить при помощи анализа углеродного следа. Однако, на данный момент не существует единой общепринятой методики его расчета, а значит, практически невозможно оценить истинные масштабы влияния того или иного функционирующего объекта на окружающую среду. Поэтому в данной работе:

1. Проведен анализ описанных в литературе моделей и методик расчета углеродного следа, а именно:

– модели процессного анализа – Process analysis (PA) [1]; наиболее распространенного метода расчета, относящегося к данной модели – PAS2050; метода оценки жизненного цикла – Life Cycle Assessment – PA-LCA, также основанного на процессной модели;

– модели ввода – вывода – Environmental Input – Output (EIO) [2];

2. Гибридной модели – Hybrid Approach – Hybrid EIO-LCA method [3]. Рассчитан углеродный след от использования электроэнергии (ЭЭ) кампусов РУДН тремя способами. Результаты выражены в усл.т. CO₂ – эквивалента. В том числе была проведена оценка:

– на основе методики международной организации GreenMetric [4]. Результат 21 усл.т.;

– на основе алгоритмов Carbon Footprint Calculator. Результат – 8,255 усл.т.;

– на основе алгоритмов US EPA [5]. Результат – 17,7 усл.т.

Так как дисперсия между полученными значениями оказалась слишком большой, сложно сделать вывод о том, какой из методов оказывается наиболее точным. Изученные методы обладают большой погрешностью, и, вероятно, оказываются эффективны только для некоторого конкретного объекта исследования.

Необходимо продолжать исследования в данном направлении.

Список литературы

1. Hendrickson, C., Horvath, A., Joshi, S., Lave, L.: Economic Input-Output Models for Environmental Life-Cycle Assessment. *Environmental Science and Technology* 32, 184 – 191 (1998)
2. Pan, X., Kraines, S.: Environmental Input-Output Models for Life-Cycle Analysis. *Environmental and Resource Economics* 20, 61–72 (2001)
3. Heijungs, R., Suh, S.: Reformulation of Matrix-Based LCI: From Product Balance to Process Balance. *Journal of Cleaner Production* 14, 47–51 (2006)
4. World University Rankings / [Электронный ресурс] / <https://greenmetric.ui.ac.id/>
5. United States Environmental Protection Agency, Greenhouse Gas Equivalencies Calculator / [Электронный ресурс] / <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator>.

М.И. БУДЫКО: ОТ НАУЧНОГО ПРЕДВИДЕНИЯ ДО ПРАКТИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

*Александрова К.А.,
Бегешева К.В.,
студенты,*

*Санкт-Петербургского государственного экономического университета,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

экологическая премия, изменение климата, глобальное потепление,
М.И. Будыко

В статье сквозь призму острых глобальных экологических проблем рассмотрена история формирования престижной премии по экологии «Голубая планета». Главная цель премии – сохранение красоты и чистоты (голубизны) Земли для будущих поколений. Премия «Голубая планета» присуждается ученым и организациям, внесшим значительный вклад в решение глобальных проблем по защите окружающей среды. Первым премии «Голубая планета» (1992 г.) был удостоен Сюкуро Манабе – ученый – климатолог, создатель первой модели глобального климата и исследователь феномена глобального потепления климата. Лауреатами премии стали климатолог Ч.Килинг, который впервые в мире организовал систематические измерения концентрации CO₂ в атмосфере на метеостанции Мауна-Лоа (известный график Килинга), метеоролог Б. Болин, океанолог У. Брокер, создатель гипотезы Геи Дж. Лавлок.

В 1998 году премия была присуждена одному из самых авторитетных климатологов XX в. Михаилу Ивановичу Будыко, который до настоящего

времени является единственным российским ученым, удостоенным этой награды [1-4].

Продолжая рассказ о лауреатах премии «Голубая планета» будут представлены как теоретики в области климатологии и физики атмосферы, такие как Сьюзан Соломон, получившая награду в 2004 г. за вклад в изучение причин образования антарктической озоновой дыры, так и известные экологи, геополитики, экономистов и политические деятели [5]. Так, в 2004 году лауреатом премии стала политик и общественный деятель, бывший премьер-министр Норвегии, сейчас Специальный посланник Генерального секретаря ООН по проблеме изменения климата Гру Брунтланн, в последующие годы – экологические экономисты Г. Дэйли и П. Дасгупта и известный экономист по «шоковой терапии» Дж. Сакс и др.

Особое внимание в работе уделяется научному вкладу в исследование глобального изменения климата, академику РАН М.И. Будыко. Разработана и будет представлена визуальная экскурсия на тему «М.И. Будыко-отец глобального потепления».

Список литературы

1. Будыко М. И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 470 с.
2. Будыко М. И. Изменения климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
3. Будыко М. И. Глобальная экология. – М.: Мысль, 1977. – 328 с.
4. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 352 с.
5. IPCC, Fourth Assessment Report, Climate Change, 2007, vol. – 1-3. -857p.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И УРОВНЯ МОРЯ В ОЛИГОЦЕНЕ-МИОЦЕНЕ ЮЖНО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА: ИНТЕГРИРОВАНИЕ ЛИТОФАЦИАЛЬНОГО И ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗОВ

*Алиева Э.,
Керимова Н.,
институт геологии и геофизики Национальной Академии Наук
Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан*

Ключевые слова:

изменения климата, олигоцен, миоцен, похолодания, потепления, диатомовые водоросли, Южный Каспий

Майкопские отложения (олигоцен-нижний миоцен) были нами изучены на ЮВ крыле Восточно-Джангинской синклинали, расположенной в пределах

Кобыстано-Шемахинского нефтегазоносного района Южно-Каспийского бассейна. Разрез расположен в окрестностях селения Перекишкюль, в силу чего именуется перекишкюльским. Общая мощность изученных майкопских отложений составляет 616,5 м.

Разрез Перекишкюль охватывает стратиграфические единицы от подошвы майкопской серии (хадумский горизонт) до низов ее верхнего отдела, имеющего раннемиоценовый возраст. Исследуемые отложения подстилаются эоценовыми породами. Однако линия их контакта скрыта осыпью (около 8м). Разрез изучен снизу-вверх и подразделяется на два горизонта: нижний горизонт (215м), состоящий из глин, редкого песчаника и мергелей, и, верхний горизонт (380м), представлен сиреневыми и бурыми глинами с пропластками плитчатого песчаника. В нижней части разреза по плактонным фораминиферам *Globigerina wfainalis* Subb., *G. ex gr. bulloides*, *Globanomalita micra* (Cole) выделяется хадумский горизонт, мощностью 36 м, представленный глинами с пропластками желтых песчаников.

Основываясь на количестве термофильных и криофильных форм диатомовых водорослей можно утверждать, что в течение олигоцена имело место восемь крупных этапов похолоданий и потеплений. Максимальное количество пресноводных форм (три экземпляра) встречено совместно с большим количеством холодолюбивых диатомей. Максимальное же количество морских видов отмечено в образцах, характеризующихся доминированием теплолюбивых форм, указывающих на существование в это время климатического оптимума. Выявленные периоды доминирования теплолюбивых и холодолюбивых видов диатомей хорошо сопоставляются со значениями изотопов кислорода. Основываясь на преобладании холодолюбивых форм можно утверждать, что в течение олигоцена температуры варьировали в пределах 5°C -15°C. В отдельные временные интервалы температура могла возрасть до 20°C.

Выявленная периодичность смены климатических событий в олигоценовой истории Южно-Каспийского бассейна совпадает с циклами третьего порядка колебаний Восточного Паратетиса, частью которого в олигоцене Южный Каспий являлся. Так, климатические минимумы, выявленные на основе ассоциаций диатомей, совпадают с этапами понижения уровня Восточного Паратетиса. В разрезе Перикюшкюль данные интервалы ассоциируются с накоплением тонких песчаных прослоек, что, скорее всего, отражает фациальные сдвиги от внешнего шельфа в сторону внутреннего шельфа, подверженного штормовым процессам, сопровождающимся накоплением маломощных грубозернистых осадков.

Возрастание роли морских видов диатомей в низах и верхах изученного разреза хорошо совпадает с теплыми периодами, т.е. более благоприятными условиями для роста диатомей в теплых водах.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ЧУДСКО-ПСКОВСКОГО ОЗЕРА

*Андреева И.В.,
ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды», Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

гидробиологический мониторинг, фитопланктон, Чудско-Псковское озеро, климатические изменения

Государственный гидробиологический мониторинг российской части Чудско-Псковского озера начал осуществляться с середины 90-х годов прошлого столетия. В данной работе основное внимание уделено результатам, полученным на 11-15 станциях в 2004-2019 гг. в летний период.

В период исследований в фитопланктоне обнаружено более 200 видов водорослей. По числу видов преобладали зеленые (40%), диатомовые водоросли (27%) и цианобактерии (20%). Биомасса фитопланктона имела широкую амплитуду летних значений: для Псковского озера 4.7-41.3 мг/л, для Чудского 2.9-15.3 мг/л. Максимальная биомасса цианобактерий в Псковском озере достигала 8 мг/л (2006 г.), в Чудском – 6 мг/л (2008 г.). Наблюдаются циклические колебание биомассы продолжительностью около 8 лет. Цианобактерии составляли от 4 до 60% от общей биомассы водорослей в Псковском озере с максимумом в 2005 г., а в Чудском – от 4 до 46% с максимумом в 2008 г. Содержание хлорофилла «а» (Chl a) в Чудском озере изменялось от 5.12 до 26.91 мкг/л и было меньше, чем в Псковском озере, где значения варьировали от 14.16 до 84.54 мкг/л, в среднем 34.8 мкг/л.

Для оценки влияния климатической изменчивости был использован метод непараметрической корреляции Спирмена. Рассчитаны коэффициенты связи между характеристиками фитопланктона и региональными факторами (температурой, уровнем воды, прозрачностью, P и N в воде), а также глобальными показателями климатической изменчивости (индексы североатлантического колебания NAO).

Выявлены близкие корреляционные связи между Chl a, биомассой фитопланктона ($R = 0.63$ $p = 0.001$) и прозрачностью воды ($R = -0.83$ $p = 0.000$). Биомасса диатомовых водорослей в августе имеет отрицательную связь с температурой воды ($R = -0,80$ $p = 0.001$) и глубиной станций мониторинга ($R = -0.76$ $p = 0.002$). Среднегодовое содержание N связано с уровнем воды в озере.

Очевидно, что в маловодные годы с водосбора поступает меньше биогенных веществ в озеро, чем в многоводные годы. Однако для P достоверная связь с уровнем воды не обнаружена.

Существуют тесные положительные связи ($R = 0.64 - 0.83$ $p < 0.002$) между концентрацией Р в воде в августе и летним индексом NAO, а отрицательные с NAO в марте ($R = -0.82$ $p = 0.001$). При положительном индексе NAO увеличиваются осадки, которые повышают сток в озеро с водосбора. Ясная погода в марте (отрицательный индекс NAO) приводит к интенсивному таянию снега и выносу биогенов. Уровень воды в Чудском озере связан ($R = 0.54$ $p = 0.003$) со среднемесячным индексом NAO в августе.

Климатические изменения влияют на фитопланктон Чудско-Псковского озера преимущественно опосредовано через изменение концентрации биогенных веществ и температуры воды.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Аришинов М.Ю.,

Белан Б.Д.,

Пташник И.В.

*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН,
Томск, Россия.*

Ключевые слова:

атмосфера, газ, воздух, диоксид углерода, закись азота, метан, вертикальное распределение

Исследования, выполненные к настоящему времени, подтверждают антропогенную природу наблюдающегося потепления глобального климата. Имеется много публикаций о уже наступивших негативных последствиях идущего потепления. По заключению МГЭИК, основной причиной роста глобальной температуры является увеличение выбросов радиационно-значимых примесей воздуха, имеющих антропогенную природу. К основным примесям, вносящим наибольший вклад в увеличение радиационного баланса Земли и, соответственно, температуры воздуха относятся: углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O). В настоящей работе рассматриваются особенности изменения концентрации CO_2 , CH_4 и N_2O над территорией Западной Сибири.

Для проведения измерений использовались самолет-лаборатория Ан-30 «Оптик-Э», а затем Ту-134 «Оптик». В ходе полета воздух отбирался в стеклянные колбы на высотах 0.5; 1; 1.5; 2.0; 3.0; 4.0; 5.5 и 7 км. Воздух из колб анализировался затем в лаборатории Национального института исследования окружающей среды с помощью газохроматографического метода. Забор проб и измерение газового состава воздуха производятся ежемесячно (в 20-х числах, в ясных условиях), начиная с июля 1997 года по настоящее время. Место проведения зондирования постоянно и находится юго-западнее Новосибирска.

Маршрут работ находится над сосновым лесом, вблизи населенных пунктов Зырянка и Ордынское, имеет начальные координаты 54°35' с.ш., 82°40' в.д. К настоящему времени накоплен более чем 20 летний ряд непрерывных измерений.

Данные самолетных измерений показывают рост концентрации CO₂ на всех уровнях. Наибольшая величина тренда наблюдается на высоте 1,0 км и составляет 2,14 млн⁻¹/год. Наименьшая скорость роста фиксируется на верхней границе пограничного слоя и составляет 2,08 млн⁻¹/год. Также наблюдается увеличение содержания метана по все толще тропосферы от 0,5 до 7,0 км. За период 2007-2019 гг. оно в среднем составило +7,4 млрд⁻¹/год, что на 0,5 млрд⁻¹/год выше значения, усредненного по всему земному шару за последние 10 лет. Линейный тренд изменения концентрации закиси азота в тропосфере сибирского региона за период с 1997 по 2019 гг. составил 0,79 млрд⁻¹/год, что несколько ниже среднеглобального значения, наблюдавшегося последние 10 лет.

Анализ данных также показал, что начавшийся после 2004 года резкий рост летних значений концентрации CO₂ в районе исследований на высотах 0,5 и 1,0 км продолжается. В пограничном слое атмосферы увеличение содержания CO₂ в период с 1997 по 2004 гг. в летний период происходило медленно (0,32 млн⁻¹/год), а начиная с 2005 года, рост резко увеличился и к 2019 году составил 2,47 млн⁻¹/год. На высоте же 7,0 км (можно считать глобальным фоном) концентрация углекислого газа над юго-западной частью Западной Сибири росла практически линейно с темпом 2,08 млн⁻¹/год.

Проведенный анализ возможных причин такого многолетнего хода показал, что он не связан с сокращением площади лесных массивов, лесными пожарами или болезнью деревьев. Также нельзя утверждать, что сток диоксида углерода был обусловлен воздействием климатических параметров на лесную растительность.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ СУММ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР (СЭТ) ПО КАРТАМ СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Афонин А.Н.,

*доцент, Санкт-Петербургского государственного университета,
Санкт-Петербург, Россия.*

Милютина Е.А.

*аспирант, Санкт-Петербургского государственного университета,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

температурные карты, карты сумм эффективных температур, алгоритм пересчета карт среднемесячных температур в карты сумм эффективных температур, геоинформационные технологии, оценка экологического потенциала распространения вредоносных объектов.

Для оценки экологического потенциала распространения вредоносных биологических объектов, необходимым является создание карт экологических факторов среды, лимитирующих распространение соответствующих объектов. Подобные глобальные экологические карты созданы и широко используются при моделировании распространения биообъектов. Одним из самых широко используемых пакетов климатических карт является BioClim (WorldClim Bioclimatic variables) [1]. Характерно, что наряду с 19 биоклиматическими слоями в пакете отсутствуют карты сумм температур. Учитывая, что именно недостаточная теплообеспеченность периода развития экзотермных организмов является основным экологическим фактором, лимитирующим их распространение в высокие широты, создание карт сумм активных и эффективных температур (САТ и СЭТ) является актуальным. Основой для построения глобальных карт могут служить слои среднемесячных температур, представляемые базами данных Worldclim наряду с набором биоклиматических карт BioClim [2].

Нами была проведена работа по адаптации существующей методики расчета сумм температур по среднемесячным температурам [3] в алгоритм пересчета карт среднемесячных температур в карты СЭТ с любым заданным температурным порогом. На основе созданной глобальной карты СЭТ выше 14 °С было проведено зонирование территории Российской Федерации и сопредельных стран по степени дирофиляриозоопасности.

Составленные по аналогичному алгоритму карты СЭТ с заданными порогами температур могут быть использованы для оценки экологического потенциала распространения и других биологических объектов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-05-00610.

Список литературы

1. Booth, T.H., Nix, H.A., Busby, J.R., Hutchinson, M.F. BIOCLIM: the first species distribution modelling package, its early applications and relevance to most current MaxEnt studies. *Diversity and Distributions*, 2014. – V. 20. – P. 1-9.
2. Fick, S.E., Hijmans, R.J. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 2017. – Iss. 12, V. 37. – P. 4302-4315.
3. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 216 с.

АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЯДА ГОДОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ СТОКА Р. НЕВА

Бабкин А.В.,

*ст. научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водного баланса
ФГБУ «Государственный гидрологический институт»,
Санкт-Петербург, Россия.*

Бабкин В.И.,

*заведующий лабораторией водных ресурсов и водного баланса ФГБУ
«Государственный гидрологический институт», Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

речной сток, временные ряды, автокорреляция, прогнозирование

Анализ, моделирование и прогнозирование стока р. Нева выполнены автокорреляционным методом.

Ряд стока проанализирован с 1859 по 2007 гг., а последние его 10 лет 2008-2017 гг. использованы для расчетов на них поверочных прогнозов и оценки их результатов.

Смоделированный ряд довольно хорошо воспроизводит колебания фактического стока и характеризуется высокой корреляцией с ним. На поверочном интервале размах его колебаний со временем быстро уменьшается так, что после заметных изменений первых лет он лишь немного отклоняется от своего среднего значения.

Прогнозов по автокорреляционному методу с заблаговременностью соответственно пять и десять лет оправдалось довольно большое количество – 3 и 6. Верных прогнозов оказалось столько же, как и по среднему значению стока, а сумма квадратических ошибок получилась меньше, чем по нему. Также на многие годы поверочного интервала был правильно предсказан знак изменения стока.

Результаты прогнозов могут быть оценены, как довольно успешные.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ М.И. БУДЫКО ДЛЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

*Байкова И.М.,
д-р геогр. наук., профессор,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

экологизация, глобальная экология, изменение климата, климатическая политика, образование

В докладе рассмотрены проблемы экологизации образовательной системы, которая заключается в проникновении идей, современных понятий и принципов глобальной экологии в экономические, социальные, гуманитарные и другие дисциплины с целью формирования глобального мышления в условиях многообразного и быстро изменяющегося мира. Показано, что потребность в экологизации системы образования в наши дни обусловлена сокращением фундаментализации образования, увеличением отставания современного образования от науки, глобальными проблемами человечества, включая изменение климата и др.

Как будущее поколение людей будет жить? Как изменится окружающий нас мир и как изменится человеческое бытие? Чтобы ответить на эти вопросы обратимся к научному наследию М.И. Будыко. Основы глобальной экологии, как нового направления на стыке экологии и географии, были сформулированы М.И. Будыко в 1977 году [1]. Важнейшими задачами глобальной экологии, по определению И.М. Будыко, является прогнозирование изменений экологической ситуации в будущем и разработка системы мероприятий, направленных на сохранение и улучшение среды обитания людей, на предотвращение нежелательных изменений биосферы на ближайшие годы и отдаленную перспективу. Представлена схема интеграции основы глобальной экологии в единое пространство образования и бизнеса в рамках дисциплины «Экологизация сервисной деятельности» [2], предназначенной для подготовки профессионалов в сфере сервиса, туризма и гостеприимства оказалось.

В последние годы жизни М.И. Будыко популяризировал результаты научных исследований и опубликовал 3 научно-популярные книги: «Путешествия во времени» (1990), «Загадки истории» (1995), «Эпизоды истории: Очерки» (2001). В этих книгах М.И. Будыко довольно простым языком рассказал о происхождении человека, о древних видах животных, некоторых таинственных событиях из истории древнего мира, средних веков и нового времени, истории русской и зарубежной литературы. Эти рассказы, представленные в виде кейсов и деловых игр, были использованы и включены в образовательный процесс факультета сервиса, туризма и гостеприимства Санкт-Петербургского государственного экономического университета (СПбГЭУ) и способствовали

формированию современной картины глобального изменения климата, лучшего понимания современных глобальных экологических проблем и формированию профессиональных компетенций.

В докладе показаны результаты работы студенческого кружка и проектов СПбГЭУ, направленные на углубление знаний о глобальном изменении климата. Представлены лучшие проекты международных конкурсов «Диалог поколений-2019», «Лидер климатического развития-2019» и др.

Список литературы

1. Будыко М. И. Глобальная экология [Текст] / М.И.Будыко — М.: Мысль, 1977. — 328 с.
2. Байкова И.М. Экологизация сервисной деятельности: учебно-методическое пособие [Текст] / И.М.Байкова. — СПб: Изд-во СПбГЭУ, 2018. — 131 с.

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Банищикова Л.С.,

*ст. научный сотрудник, Государственного Гидрологического института,
Санкт-Петербург, Россия.
НПО «Гидротехпроект»,
Россия, Валдай.*

Сумачев А.,

аспирант, Государственного Гидрологического института, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова:

Баренц-регион, изменение климата, ледовый режим

Для выявления изменения климата, с целью определения его влияния на ледовый режим рек были проанализированы ряды среднемесячной температуры воздуха за октябрь – апрель по 10 метеостанциям Кольского полуострова за многолетний период.

Была выполнена количественная оценка, определены причины, которые могут влиять на климат. Анализ средней за сезон температуры воздуха показал статистически значимое увеличение данной характеристики ($R=0.38$), с 1980 средняя температура воздуха выросла на 1 °С. Также были проанализированы среднемесячные температуры воздуха за рассматриваемый период. Положительный тренд отмечен за все месяцы, наибольший же вклад в повышение средней за сезон температуры воздуха вносят март и апрель.

По территории повышение среднемесячной температуры воздуха произошло неравномерно – в любой из рассматриваемых месяцев может быть

отмечен статистически значимый положительный тренд в том или ином пункте наблюдений, что связано в первую очередь с локальными факторами. Климат Кольского полуострова, как известно, в значительной степени отличается от климата остальной Арктической зоны Российской Федерации, что характеризуется несколько большими температурами воздуха, за счет влияния Гольфстрима, тем не менее прослеживается тесная статистическая связь, например, с климатом Северного края ($R=0.85$) [1].

Но охлаждение Гольфстрима нивелирует то потепление климата, которое наблюдается на остальной территории Арктической зоны. Климат Кольского полуострова является более стабильным, так, несмотря на статистически значимые тренды, ряды средней за холодный сезон температуры воздуха являются однородными по критериям Фишера и Стьюдента. В первую очередь при этом отмечается повышение минимальной температуры воздуха: средняя минимальная температура на Кольском полуострове, зарегистрированная до 1980 года составила – 9,8 °С, после 1980 – 8,1 °С.

Неравномерное повышение температуры воздуха может свидетельствовать об усилении циклонической деятельности в Северном полушарии. Традиционно изменения циркуляции связывают с атмосферными колебаниями и Южной осцилляцией, причина изменения которых кроется не только в антропогенном влиянии, но и в солнечно-земных связях. При этом нет однозначного ответа на вопрос о реальных механизмах формирования изменений в атмосферной циркуляции.

Список литературы

1. Сумачев А.Э. Банщикова Л.С. Изменение климата и его влияние на ледовый режим рек Арктической зоны РФ. Труды III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития» 816-819 с.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА РЕГИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРИ И РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Белан Б.Д.,

Пташник И.В.,

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

Ключевые слова:

глобальное потепление, атмосфера

Одной из основных современных проблем, стоящих перед человечеством, является проблема потепления глобального климата, проявляющееся в последние десятилетия, в том числе, в усилении интенсивности и частоты

природных катастроф. Поэтому изучение и прогноз современных изменений окружающей среды и климата являются одним из важнейших условий устойчивого развития. Эта информация необходима как для решения фундаментальных научных проблем, связанных с изучением и прогнозированием глобальных изменений среды обитания человека и климата Земли, так и для выработки эффективной политики, в частности, при принятии и исполнении Международных протоколов и соглашений, в т.ч. Парижской конференции по климату.

В настоящее время руководство страны ставит задачу ускоренного развития регионов Сибири и Российской части Арктики. Это делает актуальным создание аналогичного GAW (Global Atmospheric Watch) комплекса оперативного экологического и геофизического контроля, анализа и прогнозирования состояния системы атмосфера–земная/водная поверхность–подземные воды–литосфера для природных и промышленных областей Сибири и арктического шельфа Российской Федерации. И наиболее целесообразно – создать такой комплекс именно в Сибирском регионе – как для развития этого региона, так и поскольку он является огромной климатообразующей областью планеты. Эта система обеспечит раннее обнаружение изменений параметров состояния окружающей среды, возможность прогнозирования этих последствий для живой природы и климата Земли и проведение эффективной государственной экологической и ресурсосберегающей политики.

Целью данного проекта, вошедшего в План комплексного развития Сибирского отделения РАН, является *создание современной многоуровневой информационно-измерительной системы для оперативного комплексного мониторинга, анализа и прогнозирования экологического состояния природных и промышленных комплексов Сибири и Арктики, включая арктический шельф, на основе развития имеющегося базового оборудования по авиакосмическим (самолет-лаборатория и станция приема спутниковой информации), наземным (сеть наземных станций метеорологического, геокриологического и геофизического мониторинга), и морским (научно-исследовательские суда для сбора данных в приводном слое, водной толще, и донных осадках) наблюдениям.*

Объединение в единую информационно-вычислительную систему и комплексный анализ большого объема цифровой информации разных «уровней» по результатам инструментальных наблюдений и численного моделирования позволит научно обоснованно выявить связи между различными природными геофизическими явлениями, осуществить прогноз негативных проявлений в окружающей среде на современном этапе климатических изменений при экономическом развитии территории Сибири и Арктики. Помимо проблемы глобального потепления создание такого комплекса позволит предупреждать и уменьшать последствия от таких чрезвычайных ситуаций, как лесные пожары, наводнения, утечки нефтепроводов, и т.д.

В докладе будут представлены основные аспекты данного проекта.

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕТНЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВ ЮГА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*Бойко А.А.,
Деркач Е.С.,*

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

почва, температурный режим, тренд, линейный коэффициент

Железнодорожный транспорт является неотъемлемой частью транспортной сети Российской Федерации для создания трансконтинентальных транспортных коридоров Евразии. Необходимость создания сети железнодорожных полотен обусловлена ее практически полным отсутствием в Южной Сибири. Однако при любых проектных разработках необходимо учитывать геологические, геоморфологические, гидрологические и природно-климатические факторы, анализ которых невозможен без почвенных и температурных составляющих.

Целью данного исследования являлось выявление особенностей и закономерностей пространственной и временной изменчивости температур почвы на территории Красноярского края. Для анализа были использованы суточные данные из массивов Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных и сайта gr5.ru.

Среднелетние годовые температуры рассчитывались на глубинах 5, 10, 15 и 20 см по данным девяти метеостанций. Затем для каждой глубины строился временной ход с расчетом линейного коэффициента регрессии (тренда), как показателя скорости изменения температуры со временем, с определением его статистической значимости. Для продления временных рядов почвенной температуры дополнительно была рассчитана корреляционная матрица взаимосвязей этих температур с температурой приземного воздуха, для которой также были рассчитаны подобные линейные коэффициенты.

Таким образом, анализ распределения коэффициентов тренда позволил выявить следующие особенности термического режима почв: значительное различие температурных режимов воздуха и почвы практически на всей территории края, с более слабыми трендами температуры почвы (т.е. потепление почвы происходит намного медленнее, чем воздуха).

Также наблюдается весьма ошутимое уменьшение значений этих коэффициентов при движении с юга на север и с запада на восток по региону; на многих участках исследуемой территории современные тренды (за последние 12-14 лет) весьма отличаются от трендов в предыдущие годы, причем эти отличия носят иногда разнонаправленный характер.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41148 «Комплексная оценка природно-климатических условий и ресурсных возможностей создания транспортной системы на территории Красноярского края и Южной Сибири».

КЛИМАТО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНА КАК ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ПРОГНОЗА ЕЁ ИЗМЕНЕНИЙ В БУДУЩЕМ

*Болиховская Н.С.,
вед. научный сотрудник Московского государственного университета
им. М.В.Ломоносова,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

неоплейстоцен-голоцен, палинология, климатические ритмы и циклы

В подавляющем числе прогнозов изменения природной среды в будущем в качестве палеогеографического аналога современного межледниковой эпохи принимается последнее (эемское, микулинское) межледниковье. Непрерывные последовательности изменений растительности и климата на протяжении неоплейстоцен-голоцена, реконструированные нами на основании детальных палинологических записей наиболее полных разрезов Восточно-Европейской равнины, и установленные закономерности ритмического и циклического развития природного процесса в последние ~ 900 тысяч лет свидетельствуют, что несомненный аналог голоцена – лихвинское межледниковье [1].

При сопоставлении климато-фитоценотических сукцессий 16-ти межледниковых и холодных (ледникового ранга) этапов, охарактеризованных по палинозаписям уникальных по геологической полноте разрезов северо-западного Прикаспия [2, 3], установлены два длительных цикла в развитии растительности и климата неоплейстоцен-голоцена, каждый из которых охватывает 4 межледниковые и 4 холодные эпохи. Выявлено, что межледниковые и ледниковые периоды в интервале от покровского похолодания (отвечает морской изотопной стадии /МИС/ 20) до лихвинского межледниковья (МИС 11) имеют палеогеографические аналоги в интервале от калужского похолодания (МИС 10) до голоцена (МИС 1). Аналогия прослеживается в сходстве (или близости) зональной принадлежности доминировавшей растительности, степени аридизации или гумидизации климата (по сравнению с другими теплыми и холодными эпохами «своего» интервала), масштабов развития ледниковых покровов коррелятных криохронов и т.д. Голоцен (МИС 1) отчетливо параллелизуется с лихвинским межледниковьем (МИС 11), т.к. только лихвинские отложения, как и голоценовые осадки, формировались при

господстве лесостепных и степных фитоценозов. Кроме того, только для лихвинского межледниковья зафиксирована типично степная фаза, во время которой доминировали злаковые степи – характерный компонент голоценовых ландшафтов этой территории. Логичное отличие от голоцена состоит в присутствии в составе ограниченно развитых лесных участков лихвинского межледниковья и в лихвинской дендрофлоре таких реликтов и термофильных пород как *Picea* sect. *Omorica*, *Pinus* sect. *Strobus*, *Betula* sect. *Costatae*, *Juglans regia*, *Ostrya* sp. и др.

Работа выполнена по программе ГЗ «Палеоклиматы, развитие природной среды и долгосрочный прогноз ее изменений».

Список литературы

1. Болиховская Н.С. Основные закономерности развития растительности и климата Восточно-Европейской равнины в последние 900 тысяч лет // Горизонты географии. К 100-летию К.К. Маркова. – М.: Географ. фак-т МГУ, – 2005. – С. 159-181.

2. Болиховская Н.С. Эволюция лёссово-почвенной формации Северной Евразии. М.: Изд-во МГУ, 1995. – 270 с.

3. Болиховская Н.С. Эволюция климата и ландшафтов Нижнего Поволжья в голоцене // Вестник МГУ. Серия География. – 2011. – № 2. – С. 13-27.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ПО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ И ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Вахнина И.Л.,

*исполнитель ВНК, Сибирского федерального университета,
г. Красноярск, Россия*

*зав. лабораторией, Института природных ресурсов, экологии и
криологии Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Чита, Россия.*

Носкова Е.В.,

*мл. научный сотрудник, Института природных ресурсов, экологии и
криологии Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Чита, Россия.*

Мыглан В.С.,

*вед. научный сотрудник Сибирской дендрохронологической лаборатории,
Сибирского федерального университета,
г. Красноярск, Россия*

Ключевые слова:

климат, температура воздуха, атмосферные осадки, дендрохронология,
Восточное Забайкалье

Для оценки современных климатических изменений и разработки стратегии адаптации к ним необходимы не только анализ климатических параметров по метеорологическим данным, но и знания о долговременных тенденциях, превышающих ряды инструментальных наблюдений. В качестве надежных источников, отражающих динамику метеорологических параметров за продолжительные периоды времени (до нескольких тысяч лет), применяются древесно-кольцевые хронологии (ДКХ).

За последние 60 лет (1959-2018 гг.) тренд среднегодовой температуры воздуха, рассчитанный по шести метеостанциям, расположенным на юге Восточного Забайкалья, составил от 0,20 до 0,47 °C/10 лет. В период с февраля по август это значение в среднем по территории исследования превысило 0,30 °C/10 лет. Тренды статически достоверны при уровне значимости $\alpha=5\%$. В режиме выпадения атмосферных осадков здесь отмечается цикличность: за 1959-2018 гг. выделяется две полных сухих фазы (1963-1982; 1999-2011 гг.) и одна влажная (1983-2011 гг.). При этом для последней завершившейся сухой фазы по сравнению с предшествующей характерно увеличение значений отрицательных аномалий атмосферных осадков.

Длительная ДКХ (1447-2017 гг.), построенная для степной и лесостепной зон Забайкалья [1], позволяет проследить динамику климатических параметров примерно за последние 500 лет, о чем свидетельствует расчет значений показателя $EPS \geq 85$ (Expressed Population Signal). Значимые коэффициенты корреляции между ДКХ и температурой воздуха получены для июня-июля и сентября, при этом наибольшее их значение – для июля (-0,36). Между ДКХ и атмосферными осадками значимая корреляция характерна с мая по сентябрь с максимальной их величиной в начале периода вегетации (0,30 и 0,32 соответственно в мае и июне).

Рассчитанные статистические характеристики и проведенный анализ климатического отклика полученной ДКХ указывают на ее пригодность для выполнения климатических реконструкций.

Оценка динамики приростов на протяжении полученной древесно-кольцевой хронологии для Забайкалья показала, что в последние 100-150 лет отмечается увеличение амплитуды значений ширины годовых колец, при этом выявляется значительное количество лет, когда приросты выходят за пределы двух стандартных отклонений за весь 571-летний период. Данные экстремумы являются следствием влияния погодных условий в эти годы.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-14-00028).

Список литературы

1. Vakhnina I.L., Taynik F.B., Sidorova M.O., Noskova E.V. Construction of a long (571-year) precipitation sensitive tree-ring chronology for the steppe zone of Transbaikalia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2019. – Vol. 19, iss. 3.2. – P. 739-744. DOI: 10.5593/sgem2019/3.2/S14.095/.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА АМУРСКОГО ЛИМАНА

Вербицкая З.В.,

Медведев М.А.,

*магистранты Дальневосточного Федерального университета,
г. Владивосток, Россия.*

Котельникова М.С.,

*с.н.с., Институт гидродинамики им. Лаврентьева СО РАН,
г. Новосибирск, Россия.*

Ключевые слова:

ледовая обстановка, льдообразование, взлом припая, окончательное очищение, толщина льда

Изменчивость ледового режима Охотского моря в последнее время активно изучается отечественными и зарубежными специалистами [1–3]. Ледяной покров Охотского моря и Амурского лимана в частности является важным звеном цепочки климатообразующих факторов Дальнего Востока. Интерес к этому вопросу возрос в связи с развитием добычи углеводородов на шельфе Охотского моря и необходимостью обеспечения безопасности эксплуатации морского транспорта в сложных ледовых условиях.

В рамках работы было проведено исследование динамики ледового режима Амурского лимана за весь имеющийся период наблюдений для выявления статистических закономерностей ледового режима, а также анализа долгопериодных колебаний и оценки наличия трендов в развитии ледовой обстановки. Важным аспектом такого исследования является выявление влияния глобального изменения климата на ледовую обстановку локального физико-географического объекта, имеющего важное экономическое значение для Дальнего Востока России.

В работе рассмотрены временные ряды характеристик ледового режима устьевого взморья Амура по шести станциям, на которых выполняются регулярные наблюдения за ледовыми характеристиками: о. Байдуков, Озерпах, мыс Пронге, Джаоре, мыс Литке и мыс Лазарева. Для проведения исследований отобраны шесть показателей: максимальная толщина льда, дата устойчивого появления льда, дата окончательного замерзания, дата первого взлома припая, дата окончательного очищения ото льда и количество дней со льдом в ледовый период. Исходные данные для формирования рядов ежегодных значений исследуемых характеристик выбраны из таблиц гидрологических наблюдений ТГМ 2.1.

В результате работы установлено, что практически все характеристики ледового режима в Амурском лимане имеют временные тренды, указывающие на проявление глобального потепления в этом районе. Показано, что процесс потепления наиболее выражен осенью и зимой и в меньшей степени весной в период таянья льда. Выраженный отрицательный тренд получен для

максимальной толщины льда, однако для различных периодов исследуемого интервала времени он не одинаков

Список литературы

1. Пищальник В.М., Романюк В.А., Минервин И.Г., Батухтина А.С. Анализ динамики аномалий ледовитости Охотского моря в период с 1882 по 2015 г. // Известия ТИНРО. – 2016. – Том. 185.
2. Думанская И.О. Изменение климатических ледовых характеристик Охотского моря в конце XX – начале XXI века // Тр. Гидрометцентра России. – 2013. – Вып. 350. – С. 110–141.
3. Пищальник В.М., Минервин И.Г., Романюк В.А. Особенности ледовых условий в Охотском море и Татарском проливе в зимний сезон 2014–2015 гг. // Физика геосфер: мат-л докл. 9-го Всерос. симпоз. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 171-177.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУБМИКРОННОГО АЭРОЗОЛЯ И ДВУОКИСИ АЗОТА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НА ЗВЕНИГОРОДСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ ИМ. А.М. ОБУХОВА РАН

*Груздев А.Н.,
вед.н.с Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
г. Москва, Россия.
Исаков А.А.,
Елохов А.С.,
ст.н.с Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

аэрозоль, двуокись азота, приземный слой, долговременные изменения

На Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ЗНС), расположенной в сельской местности западного Подмосковья, на протяжении 30 лет выполняются измерения массовой концентрации субмикронного аэрозоля и содержания двуокиси азота (NO_2) в приземном слое атмосферы. Концентрация аэрозоля определяется по измерениям коэффициента направленного светорассеяния (под углом 45°) [1]. Содержание NO_2 измеряется оригинальным методом по рассеянному из зенита солнечному излучению видимой области спектра [2, 3].

Получены оценки трендов содержания аэрозоля с учетом изменения направления атмосферного переноса. Анализ выполнен методом множественной линейной регрессии с учетом автокорреляции данных на больших временных масштабах [1]. Рассмотрены периоды 1991-2002, 2003-2012 и 2013-2019 гг. с разным характером изменчивости аэрозоля. Выявлено уменьшение

концентрации аэрозоля в течение всех периодов. Годовые, статистически значимые (с достоверностью 95%), оценки линейного по логарифму концентрации тренда для трех последовательных периодов составили – 0.6%, – 0.5% и – 3% в год. Тренды в 1991-2012 гг. обусловлены зимне-весенними сезонами, когда значения трендов в отдельные месяцы превышали (по модулю) 1% в год. При этом изменение переноса, было ответственно за усиление зимнего тренда и ослабление весеннего тренда в 1991– 2002 г. Сильный отрицательный тренд в 2013-2019 гг. обусловлен весенне-летним сезоном (с мая по август) со значениями тренда от – 4% до – 6% в год. Его вероятной причиной послужило уменьшения эмиссии летучих органических соединений – важных предшественников биогенного аэрозоля – в результате значительного летнего похолодания в регионе (около – 0.2°C в год) и усыхания и еловых лесов.

Приземное содержание NO₂ на ЗНС испытывает суточные и годовые вариации. Годовой ход NO₂ имеет зимний максимум, вызванный более частыми и сильными эпизодами загрязнения. Долговременные изменения NO₂ характеризуются увеличением ее уровня после 2004 г. Увеличение среднего за 2005–2019 гг. содержания составило 50% утром и 40% вечером по сравнению с периодом 1990–2004 гг.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 20-05-00274.

Список литературы

1. Груздев А.Н., Исаков А.А., Аникин П.П. Многолетние тренды массовой концентрации приземного аэрозоля на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН // Оптика атмосферы и океана. – 2019. – Т. 32. – № 12. – С. 957–964.
2. Gruzdev A.N., Elokhov A.S. Validation of Ozone Monitoring Instrument NO₂ measurements using ground based NO₂ measurements at Zvenigorod, Russia // Internat. J. Remote Sens. – 2010. – V. 31. – No 2. – P. 497–511.
3. Gruzdev A.N., Elokhov A.S. Variability of stratospheric and tropospheric nitrogen dioxide observed by visible spectrophotometer at Zvenigorod, Russia // Internat. J. Remote Sens. – 2011. – V. 32. – No 11. – P. 3115–3127.

МНОГОЛЕТНИЕ ТРЕНДЫ И МЕЖГОДОВЫЕ ВАРИАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ NO₂ В СТРАТОСФЕРЕ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ НА ЗВЕНИГОРОДСКОЙ НАУЧНОЙ СТАНЦИИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ ИМ. А.М. ОБУХОВА РАН

*Груздев А.Н.,
вед.н.с Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
г. Москва, Россия.*
*Елохов А.С.,
ст.н.с Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

двуокись азота, тренд, межгодовая изменчивость

Выполнен анализ результатов многолетних (с 1990 г.) измерений стратосферного содержания двуоксида азота (NO₂) на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, расположенной в западном Подмосковье.

Измерения выполняются дистанционно с помощью спектрофотометра по рассеянному из зенита солнечному излучению видимой области спектра. Используется оригинальный метод [1, 2], позволяющий восстанавливать вертикальное распределение NO₂ и, благодаря этому, устранять влияние загрязнения нижней тропосферы окислами азота на определение стратосферного содержания NO₂. Станция входит в состав международной сети NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Chsnge).

Содержание NO₂ в стратосфере испытывает сильный суточный ход с утренним (после восхода Солнца) минимумом и ночным (сразу после захода Солнца) максимумом, сильный годовой ход с зимним минимумом и летним максимумом, межсуточные, внутрисезонные, межгодовые и долговременные изменения.

Для анализа использована модель множественной линейной регрессии, учитывающая влияние на NO₂ разнообразных природных факторов и автокорреляцию данных на больших временных масштабах [3]. Получены сезонно-зависимые оценки воздействия на эволюцию NO₂ 11-летнего солнечного цикла, вулканического стратосферного аэрозоля, квазидвухлетней цикличности, Североатлантического и Эль Ниньо-Южного колебаний.

Долговременные изменения характеризуются уменьшением содержания NO₂. Годовая оценка линейного тренда составляет –3% за 10 лет. Тренд зависит от сезона. Наиболее сильное уменьшение содержания NO₂, до –4% ÷ –5% за 10 лет отмечено весной и осенью. Наличие трендов NO₂ должно учитываться при оценке антропогенного разрушения стратосферного озона. Уменьшение содержания NO₂ частично маскирует разрушение озона хлорсодержащими примесями [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 20-05-00274.

Список литературы

1. Елохов А.С., Груздев А.Н. Измерения общего содержания и вертикального распределения NO_2 на Звенигородской научной станции // Известия АН. Физика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 36. – № 6. – С. 831–846.
2. Gruzdev A.N., Elokhov A.S. Variability of stratospheric and tropospheric nitrogen dioxide observed by visible spectrophotometer at Zvenigorod, Russia // Internat. J. Remote Sens. – 2011. – V. 32. – No 11. – P. 3115–3127.
3. Груздев А.Н. Учет автокорреляции в задаче линейной регрессии на примере анализа общего содержания NO_2 в атмосфере // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2019. Т. – 55. – № 1. – С. 73–82.
4. Груздев А.Н. Чувствительность стратосферного озона к долговременным изменениям содержания двуокси азота и соляной кислоты // Доклады АН. – 2009. Т. – 427. – № 3. – С. 384–387.

ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ДЛЯ ГОДОВОГО СТОКА РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

*Девятков В.С.,
доцент, Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

*Гайдукова Е.В.,
доцент, Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

*Баймаганбетов А.Е.,
асп-нт, Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

среднегодовой речной сток, система уравнений, статистические моменты, изменение климата, Карелия.

В настоящее время изменение климата выражается в постепенном повышении среднегодовой температуры воздуха. С изменениями температуры воздуха связаны характер атмосферной циркуляции, поле облачности и осадков, которые влияют на гидрологический режим водных объектов. Для эффективного использования водных ресурсов необходимо иметь представления об изменениях гидрологического режима, которые могут произойти в будущем.

В Российском государственном гидрометеорологическом университете (РГГМУ) разработана методика оценки гидрологических последствий изменения климата, которая подробно описана в Методических рекомендациях [1].

Для оценки гидрологических последствий изменения климата на территории республики Карелия было выбрано 14 незарегулированных рек с

зональными площадями водосборов, с продолжительными с 1957 по 2016 гг. рядами наблюдений за среднегодовыми расходами воды. Ряды расходов воды были статистически обработаны: при необходимости восстановлены и удлинены, проверены на однородность по среднему и по дисперсии, рассчитаны средние значения, коэффициенты вариации и асимметрии и оценены их погрешности. Метеорологические данные брались по станциям, расположенным на территории Карелии.

Для сценарной оценки были взяты прогнозные (сценарные) нормы осадков и температуры воздуха на период с 2036 по 2065 год по климатическому сценарию RCP4.5, модель MPI-ESM-MR. Сценарные значения относились к центрам водосборов.

Методикой РГГМУ были получены отклонения сценарных характеристик речного стока от фактических их значений. Получено, что практически по всей исследуемой территории среднее значение модуля стока возрастет, значения будут уменьшаться по направлению к Онежскому озеру и Белому морю.

Сценарные значения коэффициента вариации будут уменьшаться относительно фактических. Максимальных значений коэффициент вариации достигнет по направлению к Ладожскому и Онежскому озерам и Белому морю.

Гидрологические последствия изменения климата будут незначимы только на севере региона, в бассейнах Ладожского и Онежского озер, на всей остальной территории республики будут наблюдаться отклонения более 15 % для модуля стока и более 20 % для коэффициента вариации.

Список литературы

1. Методические рекомендации по оценке обеспеченных расходов проектируемых гидротехнических сооружений при неустановившемся климате / Под ред. В.В. Коваленко. СПб.: изд. РГГМУ, 2010. – 51 с.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ ЕВРОПЫ

Дроздов В.В.,

*Зав. кафедрой Геоэкологии, природопользования и экологической безопасности
ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический
университет»,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

климатические изменения, экологическая безопасность морских экосистем,
внутренние моря Европы

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды, включая морские экосистемы, и жизненно важных интересов человека от

возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Климатические колебания, связанные с динамикой интенсивности атмосферной циркуляции, изменчивостью переноса тепла и влаги океанического происхождения по направлению к Европе и бассейнам внутренних морей, способны значительным образом повлиять на температурный режим морей и на расходы впадающих в них рек, соленость воды, соленость воды, плотностную устойчивость водных масс, содержание растворенного кислорода и сероводорода, биологическую продуктивность [1,2,3].

Следует заметить, что параметры ледового покрова, а также частота экстремальных явлений погоды способны оказывать как прямое воздействие на состояние морской экосистемы, так и косвенное, влияя на транспортное судоходство и аварийность судов, загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Например, зима в регионе Черного и Азовского моря 2005/2006 гг. была одной из самых холодных за последние 50 лет [4]. Толщина льдов в Азовском море достигала 0,5 м, при этом высота торосов составляла 1,5 – 2,5 м. Холодные зимы в данном регионе были часты в 1984 – 2000 годы, а также в последующие зимы 2002/2003, 2005/2006 и 2007/2008 гг.

Разработан метод интегральной оценки устойчивости морских экосистем под влиянием климатических изменений на основе применения разработанной системы структурных биоценологических, динамических гидрологических и динамических океанологических индикаторных показателей. Выполнено зонирование акваторий Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей исходя из оценок устойчивости их экосистем на основе разработанных индексов интегральной оценки устойчивости [5].

Список литературы

1. Яковлев В.Н. Современные представления о климате. Монография. Т.1 Калининград: АтлантНИРО, 2007. – 227 с.
2. Arnell N.W., Brown S., Gosling S.N., et al. The impacts of climate change across the globe: a multi-sectoral assessment. / *Climatic Change*. – 2016. – № 134. – P. 457 – 474.
3. Дроздов В.В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Балтийского и Белого морей. Монография. – СПб.: Изд. РГГМУ.– 2015 – 230 с.
4. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. О природе крупных гидрометеорологических аномалий в арктических и южных морях России // *Изв. РАН. Сер. геогр.* 2014. – № 1. – С. 36– 46.
5. Дроздов В.В. Обеспечение экологической безопасности при освоении ресурсов шельфовых морей и управление природопользованием на основе оценки устойчивости морских экосистем к техногенному воздействию // *Арктика: экология и экономика.* № 4 (32), 2018. – С. 55-69.

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ОЦЕНКИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КРЫМА ВСЛЕДСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА

Евстигнеев В.П.,

*Севастопольский государственный университет,
Севастополь, Россия.*

Наумова В.А.,

*Институт природно-технических систем,
Севастополь, Россия.*

Лемешко Н.А.,

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

скорость ветра, ветроэнергетический потенциал, ветровая нагрузка, изменение климата.

В последние годы интерес к анализу ветровых условий в Крымском регионе актуализировался благодаря растущей потребности в оценке потенциала ветра как альтернативного источника энергии. Но как в глобальном масштабе, так и на региональном уровне характеристики ветровых полей подвержены существенным климатическим изменениям. Оценка запасов возобновляемой энергии ветра, как, впрочем, и других гидрометеорологических характеристик, может существенно зависеть от фазы эволюции глобальной климатической системы. По этой причине акцент в климатических исследованиях последних десятилетий сместился в сторону изучения устойчивости оценок гидрометеорологического режима и погодно-климатических аномалий в условиях меняющегося климата.

Целью настоящей работы является исследование влияния изменения ветрового климата на оценку ветроэнергетического потенциала на территории Крыма. В рядах скоростей ветра выявлена полувековая тенденция, которая вносит систематическую погрешность в оценки запасов возобновляемой энергии ветра. Так в последнее время обсуждается повсеместное (не только характерное для Черноморского региона, но и для всего Северного полушария) снижение скоростей ветра, что связывают как с постепенной застройкой окрестностей метеостанций, так и с изменением в режиме атмосферной циркуляции. Таким образом, учет фактора климатических изменений может существенно повысить достоверность статистических оценок и прогнозирования энергетического потенциала в будущем, если отказаться от гипотезы о стационарности временных рядов.

Для анализа ветроэнергетического потенциала в настоящей работе предлагается алгоритм исследования, в основе которого лежит: (а) Бокс-Кокс преобразование рядов скоростей ветра; (б) декомпозиция временных рядов на эмпирические моды от шумовых до трендовых с помощью метода EMD (Huang

et al., 1998); (в) воспроизведение корреляционной структуры климатического ряда с длинной «памятью» с использованием дробно-интегрированных моделей авторегрессии – скользящего среднего (FARIMA); (г) формирование ансамбля «искусственных» суррогатных временных рядов для определения доверительных интервалов оценок на основе современного стохастического итерационного алгоритма Фурье-преобразования рядов с амплитудной подгонкой (Venema V. et al., 2006).

Алгоритм реализован программно в среде статистического программирования R и использован для оценки величины неопределенности ветроэнергетического потенциала Крыма по данным метеорологических станций региона за период 1966-2018 гг.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и г. Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920021.

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КРЫМСКОМ РЕГИОНЕ В СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

Евстигнеев В.П.,

*Севастопольский государственный университет,
Севастополь, Россия.*

Наумова В.А.,

*Институт природно-технических систем,
Севастополь, Россия.*

Лемешко Н.А.,

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

опасные метеорологические явления, осадки, ветер, гололедно-изморозевые явления, изменение климата

Понимая масштабы потерь в обществе, связанных с гидрометеорологическими факторами, мировым сообществом уделяется большое внимание мониторингу и исследованиям неблагоприятных и экстремальных явлений. Для предотвращения потерь в экономическом и социальном развитии государства в целом так и отдельных регионов, обусловленных опасными гидрометеорологическими явлениями разного масштаба, необходимо своевременно предупреждать об опасных гидрометеорологических явлениях. Достижение этой цели невозможно без выявления ОЯ, и системного исследования их повторяемости. С этой целью Росгидрометом проводится регулярный мониторинг более чем за 30 видами опасных гидрометеорологических явлений на территории России.

Целью настоящей работы является оценка повторяемости опасных метеорологических явлений в Крымском регионе в современный климатический

период. Исследование проведено по данным 23 метеорологических станций Крыма за период с 1976 года по 2018 год.

Всего за исследуемый период (1976-2018г.г.) в Крымском регионе было отмечено 1219 метеорологических явлений, достигших критерия опасного явления (ОЯ) на одном или более пунктах наблюдения по 16 видам (дождь ливневый, снег, ветер и др.). Для удобства анализа метеорологические явления были объединены по группам – осадки, ветер, гололедно-изморозевые явления, метель, туман.

Осадки являются основной группой метеорологических явлений, наблюдавшихся в Крыму, и на их долю приходится 844 случая, что составляет более 69%. Весомый вклад в количество явлений вносит ветер (22,7%), по другим видам (гололед-изморозевые-3,8%, метель-3,6%), повторяемость значительно меньше, а такое явление как туман только в 8 случаях достигали критерия ОЯ. Значительно чаще ОЯ наблюдаются в горных районах Крыма и на ЮБК и крайне редко такие явления наблюдаются в степной части Крымского полуострова. Такое различие в частоте опасных явлений по территории Крыма объясняется влиянием рельефа местности.

Во многолетнем ряду за последние 40 лет отмечается незначительное увеличение частоты ОЯ в регионе.

В работе также дана оценка повторяемости случаев ОЯ, их продолжительности, а также особенностей синоптических процессов, обуславливающих развитие опасного метеорологического явления.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-05-01073.

МЕЖГОДОВЫЕ АНОМАЛИИ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА ЗЕМЛИ

Завалишин Н.Н.,

*Сибирский региональный гидрометеорологический институт,
г. Новосибирск, Россия.*

Ключевые слова:

Земля, радиационный баланс, аномалия, межгодовая

Радиационный баланс Земли есть разница между входящей на Землю коротковолновой радиацией и уходящей коротковолновой радиацией (УКР) вместе с уходящей длинноволновой радиацией (УДР). Гипотеза антропогенного потепления предполагает, что парниковый газ CO_2 , чья концентрация увеличена за счёт деятельности человека, придерживает УДР и поэтому идёт повышение температуры приземной атмосферы.

В работе рассматриваются межгодовые аномалии УДР на основе данных Реанализа за 1975-2012 гг. по сетке 2.5x2.5 градуса. Так как на каждом широтном поясе имеется 144 узла, возникает задача приведения широтных поясов к общему знаменателю, чтобы данные по каждому широтному поясу отражали свою долю

УДР. Это можно сделать двумя путями: либо путем прореживания узлов по широтным поясам, чтобы на каждый узел приходилась примерно равная площадь, либо введением коэффициентов, отражающих долю каждого широтного пояса в общем УДР. Был реализован вариант с прореживанием узлов.

Если антропогенная гипотеза верна, то нам следует ожидать тренда на уменьшение УДР. Но, это не так. Наблюдается тренд на повышение УДР, примерно, на 1 Вт/м^2 за указанный период [1]. Аналогичный результат для тропической зоны получен в [2], только повышение там на порядок выше: 7 Вт/м^2 за 18 лет. Но, если антропогенный фактор здесь не при чём, то в чём причина повышения температуры приземной атмосферы на $1 \text{ }^\circ\text{C}$ [3]?

В статье [4] показано уменьшение альbedo Земли на 0.01 за 1985-2000 гг., вызвавшее увеличение приходящей коротковолновой радиации на 3.4 Вт/м^2 . Такой дополнительный приток солнечной энергии достаточен, чтобы повысить температуру нижней атмосферы на $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Это повышение температуры и вызвало тренд на увеличение УДР.

Вопрос о возможной причине понижения альbedo рассмотрен в статье [5].

Список литературы

1. Завалишин Н.Н. Заключительный отчёт о НИР по теме 1.1.9.1.п.2. Новосибирск, 2019. С. 95. Рег. № НИОКТР АААА-А17-117022250105-6
2. Головкин В.А., Кондранин Т.В. Статистические модели временных рядов характеристик поля уходящего излучения Земли по данным космических наблюдений. // Электронный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». 2003. №150. С.147-151. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/0150.pdf>
http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt
3. Goode P.R., Palle E., Yurchyshyn Vol., et al. Sunshine, earthshine and climate change: II. Solar origins of variations in the Earth`s albedo. // J. Korean Astron. Soc. 2002. Vol. 35. P. 1-7.
4. Завалишин Н.Н. Возможный механизм современного потепления: уменьшение альbedo, вызванное смещением Солнца от барицентра. /XI Сибирское совещание по климатологическому мониторингу. Тезисы докладов. /Под ред. М.В.Кабанова. Томск, 2015. С.24-25. <http://www.imces.ru/media/uploads/ССКЕМ2015.pdf>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ГУМИФИКАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ БОЛОТ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ

Зинченко А.В.,

ст. научный сотрудник,

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова,

Санкт-Петербург, Россия.

Ключевые слова: парниковые газы, болота, минерализация, гумификация

В докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) говорится, что повышение глобальной температуры на 2°C и более приведет к затоплениям, лесным пожарам, нехватке пресной воды и увеличению смертности от жары. Чтобы удержать рост температуры на безопасном уровне необходимо достичь нулевых суммарных выбросов парниковых газов (ПГ) не позже, чем к 2050 году. Ряд стран ставят целью достижение углеродной нейтральности, то есть нулевого баланса выбросов в атмосферу и поглощения ПГ. Для некоторых стран (например, России, Канады) большое значение при расчете баланса ПГ имеет учет болотных экосистем. Влияние болотных экосистем на баланс ПГ в атмосфере двоякое: 1) Болота служат накопителем углерода, которые они изымают из атмосферы в составе CO₂ и депонируют в составе торфа, 2) Болота служат преобразователем CO₂ в более сильный парниковый газ метан (CH₄). Северные болота являются одним из главных источников поступления метана в атмосферу, выбрасывая около 20% от глобальной эмиссии метана [1].

В данном докладе решается задача диагностического расчета выбросов и поглощения CO₂ и CH₄ за год (инвентаризация баланса ПГ) на основе моделирования динамики органических веществ ОВ в почве. Теоретической основой решения поставленной задачи является модель, описывающая процессы минерализации и гумификации ОВ в почве [2]. Процессы преобразований ОВ описываются как каскад их фракций отличающихся разными скоростями минерализации и трансформации одних фракций в другие в процессе гумификации.

Прилагаемый алгоритм инвентаризации эмиссии парниковых газов болотными экосистемами с использованием модели следующий:

1. В экспедиционных условиях собираются образцы болотной почвы в виде кернов.

2. В лабораторных условиях измеряются вертикальные профили плотности органического углерода в отобранных кернах.

3. В лабораторных условиях, путем инкубации, определяются коэффициенты скоростей минерализации и гумификации, которые служат для калибровки модели.

4. Расчетным путем определяются потоки метана и диоксида углерода из болотной почвы.

Список литературы

1. Frohking S., Roulet N., Moore T., Lafleur P., Bubier J., Crill P.- Modeling seasonal to annual balance of Mer Blea Bog, Ontario, Canada.-2002-Global biogeochemical cycles – V. 16-№ 3-Р. Р1-20.

2. Зинченко А. В. Модель гумификации и минерализации органических веществ в почве и ее использования для расчета составляющих углеродного баланса болотных экосистем. – 2017- Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – Т. 8.- № 2- С. 3-17.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОТЕПЛЕНИЯ 1920-1940 гг. И СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ В АРКТИКЕ НА ПРИМЕРЕ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

Иванов Б.В.,

Государственный научный центр РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», СПб, Россия.

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия.

Институт Физики Атмосферы РАН, Москва, Россия.

Демин В.И.,

Полярный Геофизический институт КНЦ РАН,

Апатиты, Россия.

Священников П.Н.,

Государственный научный центр РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»,

СПб, Россия.

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия.

Ключевые слова:

Арктика, Шпицберген, Баренцбург, потепление, изменения климата

В последние десятилетия климат нашей планеты претерпевает серьёзные изменения, при этом наиболее заметные климатические изменения наблюдаются в Арктическом регионе. Это и общее сокращение ледовитости, включая рекордное уменьшение площади ледяного покрова в 2007 и 2012 гг., повышение температуры атлантических вод (АВ) и приземной температуры воздуха (ПТВ). В совокупности это указывает на существенные изменения, наблюдаемые в Арктике в последние десятилетия. Однако подобные процессы уже происходили здесь и в первой половине XX века (1920-1940 гг.). При этом наиболее ярко они проявилось именно в районе Шпицбергена. Мы выполнили анализ ПТВ на архипелаге на примере российской метеорологической станции, расположенной в поселке Баренцбург, за весь доступный период регулярных метеорологических

наблюдений, который, с некоторыми перерывами, является самым длительным рядом инструментальных наблюдений за климатом в Западном секторе Арктики. Одним из основных требований, предъявляемых к рядам климатических данных, является их однородность. Характеристики рядов должны меняться только в соответствии с естественной изменчивостью макропроцессов и не содержать эффектов, вызванных сменой методики производства измерения, типа измерительного прибора, переносом измерительной площадки или неестественным изменением окружающей местности. Нами был выполнен соответствующий анализ [1], показавший, что созданные композитные ряды среднемесячных значений ПТВ могут быть использованы для корректных оценок долговременных изменений климата в регионе в различные сезоны года. При этом для периода с 1911 г. по 2018 г. доля оригинальных (инструментально измеренных) значений температуры воздуха превышает 75%, что является максимально возможным числом для любой другой реконструкции подобных рядов на Шпицбергене. Исследованы многолетние изменения, рассчитаны линейные тренды для фаз интенсивного роста ПТВ для обоих периодов потепления, а также для отдельных месяцев года.

Работа выполнена в рамках плановой тематики ЦНТП Росгидромета (раздел 5.1.4, 2020 г.) и при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования грант №05.616.21.0109 (075-15-2019-1487) (RFMEFI61619X0109).

Список литературы

1. Демин В.И., Иванов Б.В. Проверка климатической однородности рядов температуры воздуха в Баренцбурге (Шпицберген) // Математические исследования в естественных науках. Труды XVI Всероссийской научной школы. Апатиты, Геологический институт КНЦ РАН, Кольское отделение РМО, 22.10.2019. (Научн. ред. Ю.Л. Войтеховский). – 2019. – СС.134-150. <http://geoksc.apatity.ru>

О ВАРИАЦИЯХ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИЗЕМНОГО АЭРОЗОЛЯ В 2014-2018 гг. В ПОДМОСКОВЬЕ

Исаков А.А.,

Аникин П.П.,

*Ст. научные сотрудники, Институт физики атмосферы,
Москва, Россия.*

Тихонов А.В.,

*научный сотрудник, Институт физики атмосферы,
Москва, Россия.*

Ключевые слова:

приземный аэрозоль, массовая концентрация, обратные траектории

В предлагаемом докладе приводятся результаты анализа измерения характеристик приземного аэрозоля на звенигородской научной станции. Для анализа мы отобрали данные измерений коэффициента направленного светорассеяния D_{11} на волне 0.54 мкм (эта величина тесно связана с массовой концентрацией M субмикронного аэрозоля), полученные с помощью доработанного серийного прибора ФАН в соответствии в годовым природным циклом. Ряд 2014-2018 гг. был разбит на пять годовых временных отрезков. В предыдущий период измерений 1991-2012 гг. наблюдалась хорошая воспроизводимость годового хода величины M [1], но на рубеже 2012-2013 гг. наряду с резким снижением, вплоть до уровня 18-20 мкг/м³ среднегодового значения, и практически исчезновением какой-либо воспроизводимости годового хода во временной развертке величины M от периода к периоду. Для анализа долгопериодных вариаций величины M мы использовали метод скользящего среднего с осреднением по 20 дням и вейвлетный анализ. В отличие от предыдущих, рассматриваемому периоду лет, проявление долгопериодных с периодом 30 дней и более носило бессистемный, спорадический, без какой-либо привязки к сезону года. Такую же картину дали результаты вейвлетного анализа. Лишь специальная фильтрация данных этого анализа показало присутствие колебаний с «универсальным», то есть характерным для вариаций не только величины M , но и других компонентов атмосферы, периодом около семи недель.

Сейчас уже не надо доказывать, что основной вклад в вариации величины M вносит дальний, в тысячи километров, перенос воздушных масс. С этой точки зрения серьезную информацию дает анализ обратных траекторий воздушных масс [2]. Для получения этой информации мы использовали программу HYSPLIT. Все направления прихода воздушных масс в Подмосковье были разбиты на восемь равных секторов, для всех пяти лет были построены трехсуточные обратные траектории. Статистика направлений прихода воздушных масс в Подмосковье в 2014-2018 гг. также сильно отличается от таковой за предыдущие годы. Если строить гистограммы частот реализации данного сектора направлений прихода, просматриваются два отчетливых максимума, разделенных глубоким минимумом. Первый – это юго-восточные и южные направления – 15-20% случаев и западных и северо-западных направлений – ~60% случаев. Именно преобладание двух последних направлений прихода воздушных масс – суммарно более двух третей случаев – явилось причиной чрезвычайно низких среднегодовых значений массовой концентрации M – менее 20 мкг/м³.

Список литературы

1. Исаков А.А. О внутригодовой изменчивости массовой концентрации субмикронного приземного аэрозоля в Подмосковье. // Оптика атмосферы и океана, 2010, Т23, №6, с 462-465.
2. Исаков А.А., Тихонов А.В. Связь параметров аэрозоля Центральной России с воздушными массами. Оптика атмосферы и океана, 2013, т. 27, № 3, стр.192-196.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭВОЛЮЦИЮ ЛАНДШАФТОВ ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА В ГОЛОЦЕНЕ

Калинин П.И.,

*Институт Физико-Химических и Биологических Проблем Почвоведения РАН,
г. Пушкино, Россия.²Институт Географии РАН,
г. Москва, Россия.*

Трифонов В.А.,

*Институт истории материальной культуры РАН,
Санкт-Петербург, Россия.*

Шишлина Н.И.,

*Государственный Исторический музей,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

эволюция черноземов, палеоклимат, индекс аридности, голоцен, палеопочвы

Динамика климата голоцена, спровоцировавшая изменения ландшафтов на Кавказе, на данный момент изучена лишь в самых общих чертах. Это связано как с недостаточно надежными датировками объектов, так и с отсутствием реконструкций количественных параметров, характеризующих отдельные элементы климата. Из-за неоднозначности палеогляциологических, биостратиграфических, биоиндикационных данных все больше специалистов признают палеопочвы наиболее значимым архивом информации об изменении окружающей среды.

Объектом исследования были палеопочвы (К-10, К-11, К-25), погребенные под насыпями курганов 1, 2 (по нумерации Н. И. Веселовского, 1898 г.) (ОАК за 1898 г., 1901), расположенные на территории Западного Кавказа (респ. Адыгея, ст. Новосвободная) и современная серая лесная почва (К-12). Объекты располагались на склоне восточной экспозиции на высоте 500-600 м над уровнем моря. Среднее годовое количество осадков составляет около 800 мм/год, средняя годовая температура + 10°C. Современная растительность представлена дубово-буковыми лесами. Памятники представляют собой массивные до 10 м в высоту и 70 м в диаметре насыпи над мегалитическими погребальными сооружениями (дольменами). По результатам радиоуглеродного анализа обе больших насыпи курганов были сооружены в эпоху ранней бронзы, приблизительно, в период между 3300 и 2900 гг. до н.э. (Trifonov et al. 2014).

Исследования палеопочв показывают, что на момент сооружения курганов на исследуемой территории существовали более аридные условия, чем в современный период. Доминирующим типом ландшафта были лесостепи, представлявшие собой сочетание лугово-степной растительности и смешанных лесов. В почвенном покрове преобладали черноземы разной степени выщелоченности. В дальнейшем, в результате увеличения количества атмосферных осадков на 100-200 мм, леса распространились на предгорья

Кавказа, а граница с зоной черноземных степей сдвинулась на 50-100 км к северу. Черноземы при этом эволюционировали в серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом.

Работа выполнена по материалам исследований по гранту РФФИ 18-09-40058 Древности. Аналитические работы в рамках Государственного задания № 0191-2019-0048 и № 0148-2019-0005.

Список литературы

1. ОАК за 1898 г. Спб., 1901.

2. V. A. Trifonov, G. I. Zaytseva, J. van der Plicht, A.A. Kraineva, A. A. Sementsov, A. Kazarnitsky, N.D. Burova, S.A. Rishko. Shepsi, the oldest dolmen with the port-hole slab in the Western Caucasus / Radiocarbon, vol.56, Nr. 2, 2014: 743-752

НЕОБХОДИМОСТЬ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАК КЛИМАТОФОРМИРУЮЩЕГО ФАКТОРА

Кейн О.П.,

*доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО
«Мордовский государственный университет им. Огарева»,
г. Саранск, Россия.*

Климова И.В.,

*доцент кафедры промышленной безопасности,
ФГБУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»,
г. Ухта, Россия.*

Ключевые слова:

мониторинг, лесные экосистемы, пожары, климат, противопожарное обустройство, патрулирование.

Основными глобальными геофизическими циклическими процессами, формирующими климатические условия на Земле, являются теплооборот, влагооборот и общая циркуляция атмосферы. Эти процессы связаны с наличием лесных экосистем на земной поверхности. Леса занимают в нашей стране около 46,6% всей территории и большей частью представлены хвойными породами. На лесостепной район европейской части Российской Федерации лесостепной зоны приходится 239269 га лесов Республики Мордовия [1]. В районах, где леса занимают значительную часть территории, необходимо особое внимание уделять вопросам сохранности и защиты лесных экосистем.

В данной статье мы хотим обратить внимание на основные проблемы леса, которые приводят к их уничтожению, и описать каким образом проводится мониторинг их состояния на примере Республики Мордовия. В работе приводятся статистические данные по Республике Мордовия, которые говорят о том, что основные причины распада лесных экосистем и возникновения сукцессий – это пожары и болезни леса. Для того, чтобы не допустить их

возникновения, необходимо проводить постоянный круглосуточный мониторинг. В первую очередь, это возможно с помощью систем видеонаблюдения [2], а также путем наземного патрулирования, с использованием сети пожарно-наблюдательных пунктов. Описаны мероприятия по противопожарному обустройству лесов [3,4].

Список литературы

1. Распоряжение об утверждении Лесного плана Республики Мордовия от 29 декабря 2018 года N 933-РГ.

2. Кейн О. П., Климова И. В. Обнаружение лесных пожаров с помощью системы «Лесной дозор» в Республике Мордовия / Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвузов. сб. науч. тр. / редкол.: П. В. Сенин [и др.]; отв. за вып. А. В. Безруков. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 675-682, ISBN 978-5-7103-3464-5.

3. Приказ Рослесхоза «Об утверждении нормативов противопожарного обустройства лесов» от 27.04.2012 N 174.

4. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства «О внесении изменений в приказ Рослесхоза от 09.07.2009 N 290 «О распределении земель лесного фонда по способам мониторинга пожарной опасности в лесах и зонам осуществления авиационных работ по охране лесов» от 12 мая 2011 N 165.

ПРИМЕНИМОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФРЕШЕ В ОЦЕНКАХ СУТОЧНЫХ МАКСИМУМОВ ДОЖДЕВЫХ ОСАДКОВ УРАЛА

*Клименко Д.Е.,
доцент, Пермского государственного национального исследовательского
университета,
г. Пермь, Россия.*

Ключевые слова:

гидрологические расчеты, распределение Фреше, трех-параметрическое гамма распределении, суточные максимумы осадков

Материалы наблюдений над суточными максимумами осадков являются ключевыми параметрами в расчетах паводочного стока малых рек (площадью водосбора менее 200 км²). Оценки суточных максимумов редкой вероятности зачастую противоречивы. Выбор вида статистического распределения является основным условием корректного определения суточных максимумов осадков в условиях ограниченности рядов наблюдений. Для территории Урала расчет максимальных расходов дождевых паводков малых рек имеет важнейшее значение, что связано с историей освоения территории и наличием большого количества водохранилищ, запроектированных на пропуск экстремальных паводочных расходов воды.

В научной и инженерной практике нет единого мнения о виде статистического распределения рядов суточных максимумов осадков. До 1980-х гг. считалось, что ряды распределены по нормальному закону [1]. Позднее доказано, что нормальный закон некорректно описывает величины редкой вероятности; в качестве альтернативы было предложено трех-параметрическое, лог-нормальное, экспоненциальное (с использованием процедуры усечения), GEV-распределения и др. [2, 3]. Ситуацию в инженерной практике осложнил выход в 2017 г. [4], рекомендующих использовать распределение экстремальных значений Фреше для любых прикладных задач.

По исследованиям автора, выполненного для 77 метеостанций Уральского УГМС с периодами наблюдений от 50 до 100 лет, распределение Фреше завышает суточные максимумы 1% вероятности превышения в среднем на 25% по отношению к наблюдаемым максимумам. При этом, трех-параметрическое гамма распределение корректно описывает временные ряды в 96% случаев. В 80% случаев временные ряды описываются лог-нормальным распределением (с уровнем значимости 5-45%) и в 20% случаев – экспоненциальным распределением (с уровнем значимости 5-11%). Использование процедуры усечения позволяет корректно описывать ряды суточных максимумов в области редкой вероятности.

Ввиду того, что учреждениями Росгидромета документ [4] используется в качестве безоговорочного норматива, необходима скорейшая корректировка методов, завышающих суточные максимумы ливневых осадков 1% вероятности, ведущих к некорректности выполняемых гидрологических расчетов на реках Урала.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-05-00448.

Список литературы

1. Поляк И.И. Многомерные статистические модели климата. – Л., Гидрометеиздат, 1989. – 183 с.
2. Клименко Д.Е., Епончинцева Д.Н., Корепанов Е.П., Черепанова Е.С. Исследование кривых редукции паводкоформирующих ливневых осадков Зауралья // Метеорология и гидрология. – 2018. – №2. – с. 76-89.
3. Bolgov M. V., Filippova I. A., Trubetskova M. D., and Osipova N. V. Stochastic Modeling of Extreme Precipitation: a Regional Approach. Water Resources. – 2019. – Vol. 46. – Suppl. 2. – pp. S1–S7. DOI: 10.1134/S0097807819080025.
4. Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Строительство. Транспорт. – СПб.: ФГБУ «ГГО», 2017. – 161 с.

АКТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЕРХНИЕ ГЕОСФЕРЫ: ЭКОЛОГИЯ И КЛИМАТ

*Козлов С.И.,
вед. научн. сотр., Институт динамики геосфер РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

активные воздействия, верхние геосферы, последствия воздействий.

Источники воздействия подразделяются на непреднамеренные, связанные со всесторонней народно-хозяйственной, оборонной, научной и другой деятельностью человека (химическими и металлургическими производствами, добычей полезных ископаемых, запусками ракет и все более возрастающем количеством КА на различных высотах, полетом реактивной авиации, многочисленными источниками электромагнитного излучения в широком диапазоне частот, ядерными испытаниями и т.д.) и специально создаваемые для возмущения среды (взрывы химических ВВ, выбросы плазмообразующих и плазмогасящих химически активных веществ, инъекция электронов и ионов, высокопотенциальные радиотехнические средства – нагревные стенды).

Кратко дается история проведения исследований по искусственному возмущению верхних геосфер. Подчеркивается, что такие исследования являются достаточно сложными и требуют привлечения специалистов из разных областей знаний – общей физики атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли; газовой динамики и магнитной гидродинамики, распространению ионизирующих и оптических излучений через неоднородные среды, метеорологии и ряда других. Актуальность проблемы определяется необходимостью решения многих экологических вопросов, в том числе оценки возможного влияния воздействий на климат (многие из них приводят к серьезным негативным последствиям в окружающей среде), а также возможностью получения новых научных знаний о параметрах верхних геосфер и использованием таких воздействий в прикладных целях.

Основные выводы. Вопрос о воздействии искусственных образований в верхних геосферах на экологию и климат требует дальнейших детальных исследований. Наблюдающееся сейчас потепление относится скорее к вариации погоды, либо к естественным периодическим изменениям климата, неоднократно наблюдавшиеся в истории человечества.

В основу доклада положены отечественные результаты исследований. Некоторые из них изложены в обобщающих работах [1-6].

Список литературы

1. Козлов С.И., Смирнова Н.В. Методы и средства создания искусственных образований в околоземной среде и оценка характеристик возникающих возмущений. I. Методы и средства создания искусственных образований //

Космич. исслед. 1992. т.30. №4. с.495-523; П. Оценка характеристик искусственных возмущений // Там же. №5. с.629-693.

2. Специальные выпуски журнала «Космические исследования». 1993. т.31. №1. №2.

3. Сб. Физика ядерного взрыва. т.1. т.2. М.: Наука. 1997.

4. Козлов С.И., Сорокин В.М. Научные и прикладные проблемы исследований воздействий мощных радиоволн на ионосферу Земли (обзор) // Электромагнитные волны и электронные системы. 2011. т.16. №7. с.4-9.

5. Вениаминов С.С. Космический мусор – угроза человечеству. Издание 2-е испр. и доп. М.: ИКИ РАН. Серия механика, управление и информатика. 2013. 190с.

6. Воздействие ракетно-космической техники на окружающую среду. Под редакцией В.В. Адушкина, С.И. Козлова, М.В. Сильникова. М.: Изд. ГЕОС. 2016. 795с.

ЭВАПОТРАНСПИРАЦИЯ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Козырева Л.В.,

*ведущий научный сотрудник ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт (АФИ),
Санкт-Петербург, Россия.*

Доброхотов А. В.,

*научный сотрудник ФГБНУ Агрофизический научно-исследовательский институт (АФИ),
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

продукционный процесс, рост и развитие посевов, модель, CROPWAT, AQUACROP

В агрометеорологии основными факторами жизнедеятельности растений являются радиация, тепло и вода. Каждый фактор отдельно не отражает полностью влияние погоды на продукционный процесс и слабо связан с урожайностью. Суммарное испарение оказывает непосредственное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур и определяется как остаточный член уравнения теплового баланса [1]. Эта величина зависит от приходящей солнечной радиации, температуры и влажности почвы и воздуха. Отношение реального испарения к потенциальному можно использовать как показатель водного стресса.

Модель CROPWAT используется для оценки влияния водного стресса на продуктивность посевов. Модель AquaCrop позволяет в зависимости от продуктивности транспирации растений проводить в масштабе поля мониторинг роста и развития конкретных посевов в определенных почвенно-экологических условиях с суточным временным интервалом. Продуктивность транспирации, является постоянной величиной для определенного типа посевов, климата и региона и требует специальной калибровки

Модели апробированы на полях Ленинградской области. Модель CROPWAT на культуре картофеля (эксперимент 2007 год), AquaCrop на культуре рапс (2017год) [2]. Разработан соответствующий программный интерфейс, позволяющий производить калибровку и тестирование по модели AquaCrop. Создана база экспериментальных данных, собранных автоматизированным мобильным полевым агрометеорологическим комплексом [3] с модулями расширения.

Наличие заинтересованного агропроизводителя позволит создать инновационные цифровые технологии с комплексным использованием наземного информационного и технического обеспечения с данными ДЗЗ.

Список литературы

1. Efimov A.E., Sitdikova Yu.R., Dobrokhotov A.V., Kozyreva L.V Monitoring Evapotranspiration In An Agricultural Field And Determination Of Irrigation Rates And Dates By Automated Mobile Field Agrometeorological Comple//Water Resources.- 2018- Т. 45- № 1- С. 133-137.

2. Максенкова И. Л., Доброхотов А. В., Козырева Л. В. Параметрическая идентификация модели роста и развития AQUACROP на посевах рапса в Ленинградской области.. Агрофизика. – 2018 – № 1 – С.44-52.

3. Козырева Л. В., Доброхотов А. В., и др. Информационная база данных автоматизированного мобильного полевого агрометеорологического комплекса для модельных расчетов энерго- и массообмена на сельскохозяйственном поле. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 201760487 05.12.2016.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ И ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

Кононова Н.К.,

*к.г.н., инженер-исследователь Института географии РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

глобальная циркуляция атмосферы, глобальная температура воздуха, экстремумы.

Типизация глобальной циркуляции атмосферы [1, 2,] разработана на основе типизации циркуляции атмосферы Северного полушария, представленной в [3].

Данные о среднегодовой глобальной температуре воздуха взяты с сайта Университета Восточной Англии [4]. Данные о продолжительности элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) взяты с сайта [5].

В ходе изменений характера циркуляции атмосферы выделяются 3 циркуляционные эпохи: меридиональная северная (1899-1915 гг.), характеризующаяся ростом продолжительности ЭЦМ с двумя-четырьмя блокирующими процессами в каждом полушарии и понижением глобальной приземной температуры воздуха; зональная (1916-1956 гг.) с преобладанием ЭЦМ без блокирующих процессов или с одним блокирующим процессом в каждом полушарии, известная потеплением в Арктике, и меридиональная южная (1957 – настоящее время), характерная ростом продолжительности выходов циклонов из низких широт в высокие и современным глобальным потеплением. Изменение глобальной температуры воздуха следует за изменением характера глобальной циркуляции атмосферы.

Циркуляция атмосферы в XXI веке характеризуется увеличением межширотного обмена воздушных масс, что приводит к обострению атмосферных фронтов, резким колебаниям температуры воздуха, выпадению экстремального количества осадков и увеличению повторяемости опасных природных процессов. Примером могут служить катастрофические наводнения в Крымске в 2012 г., на Дальнем Востоке в 2013 г. и в Иркутской области летом 2019 года.

Список литературы

1. Дзердзеевский Б.Л. Сравнение главнейших закономерностей циркуляции атмосферы над Северным и Южным полушариями. // Информационный бюллетень Советской Антарктической экспедиции. – 1967. – № 65. – С. 58-68. (Б.Л. Дзердзеевский. Избранные труды. Изд. «Наука». – 1975. – С. 149-158).

2. Кононова Н.К. Типы глобальной циркуляции атмосферы: результаты мониторинга и ретроспективной оценки за 1899-2017 гг. // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018. - № 3. – С. 108-123.

3. Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. // Труды научно-исследовательских учреждений Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР. Серия 2. Синоптическая метеорология. Выпуск 21. Центральный институт прогнозов. Москва, Ленинград. – Гидрометиздат. – 1946. – 80 с.

4. Climatic Research Unit (CRU), University of East Anglia. 2019. Temperature data (HadCRUT4, CRUTEM4) Climatic Research Unit global temperature, Climatic Research Unit. URL: <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>. Дата посещения 10 января 2020.

5. Кононова Н.К. Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века [электронный ресурс]. Режим доступа. – URL: <http://www.atmospheric-circulation.ru>. Дата посещения 10 января 2020.

О ВКЛАДЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

*Коронкевич Н.И.,
профессор,
заведующий лабораторией гидрологии Института географии РАН.
Георгиади А.Г.,
ведущий научный сотрудник Института географии РАН.
Долгов С.В.,
старший научный сотрудник Института географии РАН.
Барбанова Е.А.,
старший научный сотрудник Института географии РАН.*

Ключевые слова:

гидрологические изменения, климатические и антропогенные факторы, соотношение

В полной мере разделить вклад климатических и антропогенных факторов в гидрологические изменения невозможно в связи с их тесной взаимосвязанностью. Поэтому наиболее реально оценивать этот вклад в относительных показателях, в сравнении с некими базовыми характеристиками, например, с нормой стока, с фоновыми или нормативными показателями качества воды.

В данной работе выполнена оценка вклада климатических и антропогенных факторов в широком спектре гидрологических изменений. В качестве объектов рассмотрения выбраны изменения речного стока России в целом, ряда рек, расположенных в европейской и азиатской частях страны, поверхностного склонового стока и стока биогенов на территории центральной и южной частей Русской равнины.

Выполнено сравнение гидрологических и водохозяйственных характеристик за периоды с разным уровнем антропогенной нагрузки на водные ресурсы, в том числе сравнение фактического стока с условно-естественным, находимым по связи стока основной рассматриваемой реки со стоком рек-индикаторов климатических условий. Для определения роли климатических и антропогенных факторов в изменениях поверхностного склонового стока и стока биогенов привлечены данные воднобалансовых станций и полевых экспериментальных исследований.

Выявлена преобладающая роль климатических факторов в изменениях среднего годового речного стока России в целом и годового стока сибирских рек, тогда как на реках южного склона Русской равнины влияние тех и других факторов соизмеримо по величине. Особенно велик вклад антропогенных факторов в сезонные гидрологические изменения, главным образом на зарегулированных реках. Так на Волге у Волгограда вклад антропогенных факторов в изменения среднего многолетнего годового стока составляет 40%, а зимнего – почти 100%.

Существенны сезонные антропогенные изменения стока и на сибирских реках. На Енисее при незначительном влиянии антропогенных факторов на годовой сток на них приходится более половины изменений зимнего стока.

Поверхностный склоновый сток и сток биогенов в земледельческих районах центральной и южной частей Русской равнины меняется в широких пределах в зависимости от сочетания климатических и антропогенных факторов. В настоящее время их изменение в основном определяется климатическими факторами.

В сценариях будущего во многих случаях можно ожидать еще большего диапазона в соотношении климатических и антропогенных факторов в гидрологических изменениях.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания № 0148-2019-0007 и при финансовой поддержке РФФИ грант № 18-05-00479

КОМПЛЕКСНЫЙ ПРОГНОЗ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПЕРМСКОМ КРАЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛОБАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ

Костарев С.В.,

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о
Земле, Санкт-Петербург, Россия.*

Священников П.Н.,

*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

комплексный прогноз, модель Global Forecast System, модель Global Environment Multiscale, приземная температура воздуха, Пермский край

Комплексный прогноз метеорологических элементов, заключающийся в создании ансамбля из выходных данных исходных гидродинамических моделей, является одним из способов повышения точности моделирования. Разработка и использование статистических схем на базе выходной продукции исходных моделей позволяет достичь лучших результатов, чем применение модельных прогнозов по отдельности [1]. В настоящей работе предпринята попытка создания комплексной схемы прогноза приземной температуры в Пермском крае с заблаговременностью 24 ч.

В работе использованы прогнозы от 0 ч ВСВ (всемирного скоординированного времени) глобальных гидродинамических моделей GFS (Global Forecast System), США, и GEM (Global Environment Multiscale), Канада с горизонтальным разрешением 0,25 и 0,24° соответственно и шагом выдачи по времени 3 ч. Данные получены за периоды с 04.12.2018 по 04.03.2019 г., а также с 20.07.2019 по 15.09.2019 г. Для верификации прогнозов использовались срочные данные 22 метеорологических станций Пермского края. Рассмотрено

несколько вариантов схем комплексного прогноза: осреднение по ансамблю (Ensemble multimodel mean, EMN), осреднение с коррекцией систематических ошибок (Bias-removed multimodel mean, BREM), суперансамблевый прогноз (Superensemble forecast, S) [2]. Весовые коэффициенты для схемы S рассчитывались на основании средней абсолютной ошибки, определенной для каждой из метеостанций и для каждого из 8 сроков отдельно в пределах обучающего периода, равного 27 и 41 суткам для летнего и зимнего периода соответственно.

В зимний период качество прогноза приземной температуры по обеим моделям одинаково: абсолютная ошибка в среднем для всех сроков в пределах 24 ч составляет 1,51 °С. Летом модель GEM характеризуется большей точностью прогнозов температуры. Средняя абсолютная ошибка для моделей GEM и GFS равна 1,14 °С и 1,39 °С соответственно. Использование схемы EMN ведет к уменьшению средней абсолютной ошибки до 1,28 °С зимой и 1,06 °С летом. Применение схем BREM и S в летний период не позволяет достичь улучшения качества, по сравнению с EMN. Средняя абсолютная ошибка при использовании BREM и S не изменяется и остается равной 1,06 °С. Однако, зимой применение более сложных схем BREM и S приводит к дальнейшему сокращению ошибки до 1,25 °С и 1,24 °С соответственно.

Список литературы

1. Bagrov A.N., Bykov Ph. L., Gordin V. A. Complex forecast of surface meteorological parameters // Russian Meteorology and Hydrology. 2014. Vol. 39, no. 5. P. 283-291.
2. Zhi X., Qi H., Bai Y., Lin. C. A comparison of three kinds of multimodel ensemble forecast techniques based on the TIGGE data // Acta Meteorologica Sinica. 2012. Vol 26. P. 41-51.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОИНЖЕНЕРНОГО МЕТОДА СТРАТОСФЕРНЫХ СУЛЬФАТНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

Кострыкин С.В.,

*Институт Вычислительной Математики РАН им. Г.И. Марчука,
Москва, Россия.*

*Институт Глобального Климата и Экологии им. Академика А.Израэля,
Москва, Россия.*

Гинзбург В.А.,

*Институт Глобального Климата и Экологии им. Академика А.Израэля,
Москва, Россия.*

Институт географии РАН, Москва, Россия

Ревокатова А.П.,

*Институт Глобального Климата и Экологии им. Академика А.Израэля,
Москва, Россия.*

Гидрометцентр, Москва, Россия.

Ключевые слова:

аэрозольный экран, геоинженеринг, климатическое моделирование

Один из методов для уменьшения последствий глобального потепления, впервые предложенный М.И. Будыко в 1974 году, состоит в том, чтобы создать в стратосфере защитный экран, состоящий из частиц сульфатного аэрозоля.

Поскольку такие частицы обладают альбедо близким к 1 в видимом диапазоне, то значительная часть приходящей солнечной радиации будет отражаться обратно в космическое пространство. Существуют оценки эффективности данного метода, основанные на различных численных моделях – энергобалансовой радиационно-конвективной модели, климатических моделях промежуточной сложности, совместной климатической модели. Обзор оценок эффективности метода стратосферных аэрозолей, сделанный по результатам публикаций последних лет, приведен в Специальном докладе МГЭИК про 1,5°C.

В данной работе проведена оценка эффективности данного метода с помощью совместной климатической модели ИВМ РАН с аэрозольным блоком, описывающим трансформацию диоксида серы в сульфатный аэрозоль. Аэрозольный модуль построен в предположении, что распределение аэрозольных частиц по радиусу описывается мономодальным логнормальным распределением с фиксированными параметрами, но с переменной концентрацией частиц. Аэрозольные частицы удаляются из стратосферы за счет гравитационного оседания и вертикального переноса, при попадании в тропосферу они вымываются осадками.

Проведены модельные эксперименты по воспроизведению климата с 2020 по 2100 гг. с включенным геоинженерным блоком, стабилизирующим глобальную температуру на уровне 1,5 или 2 градуса относительно преиндустриального уровня при разных сценариях эмиссии парниковых газов.

Входными параметрами модели являлись затабулированные параметры распределения аэрозольных частиц по размеру – медианный радиус и среднегеометрическая дисперсия. Для описания взаимодействия аэрозолей с радиационными потоками использованы оптические параметры, полученные с помощью аналитических формул следующих из теории Ми для рассеяния излучения. Были вычислены оптические параметры для каждого из табличных значений параметров распределения частиц по размерам.

В результате численных экспериментов получены оценки эффективности геонинженерного метода в зависимости от параметров распределения аэрозольных частиц по размеру, что может дополнить существующие оценки, поскольку в нашем случае учитываются процессы эмиссии прекурсора, его физико-химической трансформации в аэрозоль, а также осаждения и трехмерного переноса аэрозоля.

Также данная работа позволит уточнить оценки эффективности геонинженерного метода, поскольку ранее рассматривались только монодисперсное распределение частиц фиксированного радиуса.

ВАРЬИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И КРУГОВОРОТ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ «РАСТЕНИЕ-ПОЧВА»

Кудреватых И.Ю.,

научный сотрудник, ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино, Россия.

Калинин П.И.,

старший научный сотрудник, ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино, Россия.

Алексеев А.О.,

главный научный сотрудник, ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино, Россия.

Ключевые слова:

потепление климата, ландшафт, фитомасса, осадки, температура

Известно, что потепление климата определяет изменение структуры и состава наземных экосистем за счет адаптации растений или их миграции в более подходящие условия окружающей среды. Исследования продуктивности и химического состава растений и почвы вдоль широтных градиентов позволяет выявить особенности, которые определяются непосредственно варьированием климатических факторов, что в дальнейшем можно использовать для прогнозных оценок изменения наземных экосистем при разных сценариях потепления климата.

Объектами исследования стали степные и полупустынные ландшафты Ростовской, Вологодской и Астраханской области, где варьирование среднегодовой температуры было от 6.0 до 9.5 С, среднегодового количества осадков составило 160- 500 мм, коэффициент аридности климата изменялся от 12 до 40. На выбранных ключевых участках отбирали растения (с площадок 50 см²) и почву (по профилю, с шагом 10 см) с последующим определением в них Zn, P, Fe, Mn, Cr, V, Ca, K, Al, S, Mg, Sr, Ba, Ti, Rb, Cl, Ni, Br (методом рентген-флуоресцентного анализа). Рассчитывали коэффициент биологического поглощения (КБП) как частное от деления количества элемента в растении на его количество в почве. Для обработки результатов применяли корреляционный анализ Спирмана и метод главных компонент.

В результате исследования показано, что с севера на юг происходит закономерная смена злаковых ассоциаций на полынные. Вклад фитомассы злаков в общую массу растений на участке прямо пропорционально коррелирует со среднегодовым количеством осадков ($r = 0.78$) и обратно пропорционально со среднегодовой температурой ($r = -0.74$), а вклад фитомассы полыней в общую массу растений, наоборот, обратно ($r = -0.82$). Наиболее широкий диапазон значений концентрации всех изученных элементов в не зависимости от природной зоны и типа почв у злаковых видов, а самый узкий – у полыней. При этом злаки и полыни показали более высокое содержание Mn, Fe, Zn, Ti, Cr, Ni, а представители полупустынь (амарантовые и маревые) имели выше содержание K, P, S, Cl, Ca, Mg, Sr, Br. Содержание всех изученных элементов в злаковых ассоциациях выше в регионах с более высоким количеством среднегодовых осадков и более низкой среднегодовой температурой, а в полынных ассоциациях, наоборот. КБП > 1 был у K, S, P, что указывает на их биогенную аккумуляцию в верхнем профиле почв и наиболее высокие его значения выше в южных регионах, где преобладают полынные ассоциации. Не смотря на то, что Fe, Mn, Zn, Ti имеют КБП < 1, прирост их содержания в верхнем горизонте почв относительно породы выше в северных регионах, где произрастают злаковые ассоциации.

Таким образом, можно предположить, что при снижении среднегодового количества осадков и увеличении температуры (например, при потеплении климата) полынные ассоциации будут продвигаться в северные широты, при этом определяя концентрирование K, S, P, Rb и Sr, а площадь злаковых ассоциаций, наоборот, будет уменьшаться, что приведет к снижению биогенной аккумуляции Zn, Ni, Fe, Mn, Cr, V и Mg.

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

*Кузьмина А.А., Семенова Н.Н.,
студенты СПбГЭУ,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

экологическое образование, изменение климата, Балтийское море

В статье рассмотрены региональные проблемы Балтики, которые происходят на фоне изменяющегося климата. Показано, что вопросы экологического состояния Балтики являются краеугольным камнем для всех стран, окружающих море, поскольку потребность в использовании Балтийского моря для различных нужд человека, различных экосистемных услуг постоянно увеличивается. Сотрудничество в регионе Балтийского моря основано на прямых и функциональных связях между органами власти, городами, компаниями, научными институтами и гражданами, что и определяет актуальность указанной проблемы для будущих специалистов в области сервиса и конгрессно-выставочной деятельности. Основной задачей исследования является приобретение не только умения организовать или проводить конференции и форумы, но и углубление знаний по глобальным и региональным экологическим проблемам на мероприятиях, посвященных экологии Балтийского моря.

Следуя девизу «Хочешь изменить мир – начни с себя», принадлежащих Махатме Ганди, в мае 2019 г. группа студентов факультета сервиса, туризма и гостеприимства разработали проект «Балтийское море – самое грязное море в мире», который стал победителем V Всероссийского конкурса «Социальное партнерство-2019».

Обсуждаются результаты действий в рамках социального проекта «Балтийское море – самое грязное море в мире:

- на основании обобщения информации были подготовлены презентации и доклады по актуальным проблемам Балтийского моря для разных групп слушателей (школьников, студентов и жителей города);

- выбраны интересные и оригинальные темы для практической и творческой деятельности обучающихся и разработаны деловые игры, направленные на сохранение водных ресурсов, снижение углеродного следа и выбросов парниковых газов;

- проведена работа с администрацией школ, учебных заведений и местной администрацией по согласованию времени и даты проведения занятий;

- проведены лекционные и практические занятия на площадках учебных заведений местной администрации (студентам СПбГЭУ, в школах 180 и 238).

Для школьников в целях формирования экологических знаний, ресурсосбережения, стимулирования бережного отношения к природе был использован учебно-игровой материал «Климатическая шкатулка», специально

разработанный для старших классов школы и апробированный в многих регионах Российской Федерации, в странах Центральной Азии и Восточной Европы [1].

В настоящее время работа по проекту находится в стадии развития. Обсуждаются мероприятия по проведению новых деловых игр и квест, направленных на поддержание и повышения качества жизни населения, на переход от ликвидации последствий загрязнения к его предупреждению.

Список литературы

1. Кокорин А.О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК [Текст]:- Москва: Всемирный фонд дикой природы, 2014.-80 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДИНАМИКИ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Куркин А.А.,
*главный научный сотрудник, Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия.*

Куркина О.Е.,
*ведущий научный сотрудник, Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия.*

Рувинская Е.А.,
*научный сотрудник, Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия.*

Ключевые слова:

численное моделирование, данные реанализов, транспорт частиц, солитоны внутренних волн, зонирование по типам стратификации плотности.

Внутренние волны являются одним из основных факторов, определяющих функционирование экосистемы стратифицированного морского шельфа. Данная работа посвящена исследованию некоторых аспектов нелинейной динамики внутренних волн в контексте их потенциального воздействия на экосистему прибрежной зоны Балтийского моря.

Для изучения возможных сценариев эволюции поля внутренних волн используются гидрологические данные из климатологического атласа GDEM V 3.0, представляющие собой сведения о долгосрочной средней стратификации плотности на основе натуральных измерений, а также данные реанализа, полученные в модели глобальной циркуляции Rossby Centre Ocean [1]. Выполнено зонирование вод Балтийского моря по типу стратификации плотности, которое позволяет применять упрощенные модели при

моделировании динамики внутренних волн и дает представление о возможных сценариях трансформации волнового поля в исследуемой акватории. Обсуждается сезонная изменчивость этих зон. Показано, что Балтийское море в большей степени является трехслойным [2].

Выполнено численное моделирование распространения волнового пакета в условиях Балтийского моря. На примере условий шельфа вблизи Куршской косы показано, что волновой пакет может фокусироваться, что приводит к трехкратному возрастанию амплитуды. Показано, что эффект фокусировки волнового пакета умеренной амплитуды приводит к значительному увеличению скоростей у дна, способствуя ресуспендированию осадка.

Выполнены оценки расстояния переноса частиц нейтральной плавучести в поле уединенных внутренних волн для условий Балтийского моря. Несмотря на то, что изменение плотности с глубиной невелико, скорости придонных течений, индуцированных внутренними волнами, могут быть сопоставимы со скоростями сдвиговых течений и течений, вызванных поверхностными волнами в этих областях.

Расстояние переноса частиц в придонной области имеет порядок сотен метров для солитонов сравнительно небольших амплитуд. В районах с более выраженной стратификацией плотности морской воды влияние переноса частиц внутренними волнами может стать еще более значительным.

Список литературы

1. Meier H.E.M., Döscher R., Faxén T. A multiprocessor coupled ice-ocean model for the Baltic Sea: application to salt inflow // J. Geophys. Res-Oceans. – 2003. – V. 108(C8). – P. 32–73.

2. Рувинская Е. А., Тюгин Д. Ю., Куркина О. Е., Куркин А. А. Зонирование по типам плотностной стратификации вод Балтийского моря в контексте динамики внутренних гравитационных волн // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2018. – Т. 11. – № 1. – С. 46-51.

КЛИМАТОЛОГ МИХАИЛ ИВАНОВИЧ БУДЫКО: ЖИЗНЬ И ОТКРЫТИЯ

*Лапенис А.Г.,
профессор, декан Факультета географии и планирования
Государственного Университета Штата Нью Йорк,
г. Олбани, США.*

Ключевые слова:

Будыко, климатология, экология, периодический закон географической зональности, тепловой баланс.

Михаил Иванович Будыко является одним из самых ярких и авторитетных климатологов XX в.

В настоящее время практически любой учебник климатологии содержит не одну ссылку на работы этого выдающегося ученого.

Сразу же по окончании Ленинградского Политехнического Института в 1942 г. М.И. Будыко получил распределение в Главную Геофизическую Обсерваторию им. Воейкова. В этом учреждении он проработал до 1975 г.

Пожалуй, эти 33 года оказались наиболее продуктивными в карьере М.И. Будыко. Первые самостоятельные статьи были опубликованы им уже в середине 40-х гг., а в 1948 г. вышла первая книга – «Испарение в естественных условиях».

В конце 40-х гг. в климатологии доминировала теория испарения и водного баланса, предложенная американским ученым из Нью-Джерси Чарльзом Торнвейтом (1899-1963).

Торнвейт ввел целый ряд абстрактных концепций, таких как потенциальное испарение, дефицит водного баланса, избыток водного баланса и другие. Будыко определенно воспринял идеи Торнвейта, вместе с тем переработав их в более практичную модель водного баланса почвы, позднее названную моделью «ведра». Вместо сложного концептуального подхода Торнвейта М.И. Будыко предложил чрезвычайно элегантный метод, позволяющий связать испарение с насыщенностью почвы влагой и энергетическим балансом поверхности.

Удивительно, но до сих пор в сложных математических моделях климата, используемых в мировых климатических центрах (включая и Российский Гидрометцентр), для расчетов изменений почвенной влаги и испарения зачастую используется метод «ведра», предложенный Будыко более 70 лет назад. Идеология этой первой книги, связывающей природные процессы с энергетикой природы, прошла позднее красной нитью через всю карьеру Будыко. Работая совместно со своим учителем, выдающимся российским географом и климатологом Андреем Александровичем Григорьевым (1883-1968), Будыко включился в разработки, послужившие окончанием «золотого века» климатологии как науки описательной.

Работы Будыко и Григорьева по климатической зональности и классификации климатов заложили основы совершенно невиданной отрасли знания, способного не только предсказать изменения климата, но и заставить климат изменяться в заданном направлении – как потеплении, так и похолодании. В начале 50-х гг. Григорьев и Будыко пришли к пониманию того, что управляющим механизмом климата является тепловой баланс поверхности, поддерживаемый приходящей солнечной радиацией, с одной стороны, и уходящим излучением, а также явными и скрытыми потоками тепла – с другой.

В результате детальных исследований энергетического баланса поверхности Будыко и Григорьев открыли периодический закон географической зональности и предложили свою оригинальную классификацию климатов земли. Суть периодического закона географической зональности заключается в чередовании высокой и низкой продуктивности природных географических зон, рассортированных в «пространстве» типичных для этих зон параметров индекса сухости, и годового энергетического баланса.

Индекс сухости Будыко – это отношение того же энергетического баланса поверхности к энергетическому эквиваленту осадков или количеству энергии, требуемой для испарения всей выпавшей за год влаги. Периодический закон природных зон, открытый Будыко и Григорьевым, по сути, поставил точку в череде различных эмпирических классификаций климата, разрабатываемых еще с середины XIX в.

Дальнейшее развитие эмпирических классификаций климата приостановилось, передав вместе с тем позитивный импульс новому подходу, названному позднее методом математического моделирования климата.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТКЛИКА ПОЧВ НА ВНУТРИВЕКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

*Лемешко Н.А, Русаков А.В., Симонова Ю.В,
Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

*Евстигнеев В.П.,
Севастопольский государственный университет,
Севастополь, Россия.*

Ключевые слова:

глобальное потепление, климатические индикаторы, температура воздуха, атмосферные осадки, климат почвы

С середины 1980-х годов современное потепление климата стало наиболее заметным на фоне естественных процессов в климатической системе. Последствия глобального потепления анализируются с использованием, например, специальных индексов экстремальности ВМО, которые являются количественными климатическими показателями, например, экстремально низких и высоких температур воздуха и экстремальных атмосферных осадков.

Влияние на природные экосистемы можно обнаружить в изменении границ и продолжительности залегания снежного покрова; увеличении вегетационного периода; смещение ареалов распространения отдельных видов растений; фенологических фаз, что, несомненно, связано изменением межгодовой изменчивости и годовой амплитуды метеорологических характеристик.

Наиболее инерционным объектом климатической системы является литосфера, в том числе почвы.

Для исследования влияния современных изменений климата на агропочвы, находящиеся в настоящее время под дикорастущими ценозами разрабатывается специальная методика.

Для ее разработки выбрана обширная территория Шекснинско-Костромского междуречья где имеются данные морфолого-генетических свойствах агропочв более чем за 40 лет.

Для того чтобы получить климатообусловленный отклик почв на современный масштаб глобального потепления, привлечены данные об эволюции почв различных типов, почвообразующей породы, растительности, а также интенсивности антропогенного воздействия. Методика основана на сравнении климатической составляющей для двух периодов – 1961-1990 гг. и 1991-2018гг.

Выполнен анализ межгодовой и междекадной изменчивости температуры воздуха, атмосферных осадков, сумм температуры более 10°C и агроклиматических индексов за эти периоды.

Совместный анализ изменения свойств почв и климатических показателей позволит оценить скорость почвенных процессов и плодородия почв и стать основой для моделирования климата почв на перспективу.

Работа выполнена при поддержке проектов РФФИ №19-29-05243.

ДВА МЕТОДА М.И. БУДЫКО – ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА И ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ, КАК ОСНОВА ПРОГНОЗА КЛИМАТА БУДУЩЕГО

Лемешко Н.А.,

*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Евстигнеев В.П.,

*Севастопольский государственный университет,
Севастополь, Россия.*

Сперанская Н.А.,

Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург, Россия.

Ключевые слова:

прогноз, тепловой и водный баланс, метод Будыко, модель, изменения, палеоклиматический сценарий

В современной климатологии существует два независимых подхода для прогноза климата: теоретический, предполагающий использование моделей общей циркуляции атмосферы, и эмпирический, который использует как данные о современных трендах гидрометеорологических параметров, так и палеоклиматические реконструкции для теплых эпох прошлого. Использование различных сценариев климата будущего, в том числе основанных на палеоклиматических данных, позволяет оценить и прогнозировать возможные последствия глобального потепления на гидрологический режим бассейнов морей, озер и рек, на морские и наземные экосистемы, биоклиматический потенциал регионов.

Значительная часть таких оценок зависит от структуры теплового и водного балансов суши. Более полвека назад М.И. Будыко детально разработал метод теплового баланса, который позднее был назван «комплексным методом

Будыко». Комплексный метод основан на совместном решении уравнений теплового и водного балансов суши и полуэмпирических параметризациях для определения испарения, стока, влагосодержания почвы. Важным достоинством метода является его универсальность, поскольку коэффициенты, входящие в уравнения расчетной схемы, районированы для всех природно-климатических и ландшафтных зон и сезонов года, что облегчает их использование. Другая перспектива для прогноза также «открыта» М.И. Будыко – а именно возможность использования палеоклиматических реконструкций в качестве аналогов климата будущего.

Эти разработки легли в основу стационарной модели, успешно применяемой нами для прогностических оценок режима увлажнения суши и последствий глобального потепления разного масштаба. Палеоклиматические реконструкции, как правило, представляют собой карты изменения (отклонений от нормы) температуры воздуха и атмосферных осадков.

Результатом расчетов по такой модели являются оценки изменения элементов водного баланса (испарения, испаряемости, влажность почвы, стока) для крупнейших озер России – Ладожского, Онежского, Ильмень, Ханка, Таймыр; Азовского и Каспийского морей, водных бассейнов Волги, Дона, Амура для потепления масштаба от 1°C до 4°C.

Так, например, для прогноза изменения стока реки Дон для потепления на 1°C использован палеоклиматический сценарий климатического максимума голоцена (6.2-5.3 тыс. лет т.н.). В бассейне Дона в соответствии с палеоаналогом осадки увеличиваются на 30 мм/год, что приводит к росту стока на 5 мм/год.

Полученные значения изменения притока речных вод в Азовское море для потепления на 1°C могут использоваться для прогноза изменения составляющих водного баланса моря.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-05-00803 А.

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ М.И. БУДЫКО В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СИБИРИ

*Максютова Е.В., Башалханова Л.Б.,
к.г.н., старшие научные сотрудники Института географии
им. В.Б. Сочавы СО РАН.
г. Иркутск, Россия.*

Ключевые слова:

тепловой баланс, жизнедеятельность населения, колебания климата, Сибирь.

Основой исследований пространственно-временных особенностей климатического режима, их влияния на формирование географических закономерностей и жизнедеятельность населения являются количественные выражения балансовых соотношений, заложенных М.И. Будыко [1]. Так, при изучении природных систем Минусинской котловины [2] выявлено, что

наиболее существенные микроклиматические различия между отдельными фациями полигона-трансекта проявляются в термическом режиме почв, который определяется тепловым балансом деятельной поверхности, теплофизическими характеристиками почвы и структурой растительного покрова. Пространственные различия соотношений расчетных величин радиационного и теплового баланса открытых участков метеорологических площадок на территории Минусинской котловины позволили выделить геосистемы с различными типами структур теплового баланса [3].

Введение балансовых соотношений в оценку влияния пространственно-временных изменений климатических факторов на жизнедеятельность населения показало их многогранность. При этом зональные различия природно-климатических условий Сибири проявляются в ограничении видов хозяйственной деятельности, продолжительности безопасного пребывания на открытом воздухе, необходимой калорийности питания, теплоизоляции одежды и помещений, вынужденном приспособлении производственных технологий, оборудования и систем к низким температурам [4].

Несмотря на существенные колебания температурного режима последних десятилетий пространственная дифференциация числа дней, ограничивающих пребывание человека на открытом воздухе на заполярных территориях Сибири, сохраняется в прежних масштабах и составляет от 3,5 до 5 месяцев [5].

Список литературы

1. Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.
2. Природные режимы степей Минусинской котловины. Новосибирск: Наука, 1976. – 237 с.
3. Семенов Ю.М., Суворов Е.Г., Максютлова Е.В. Развитие методологической и методической базы выявления и отображения организации геосистем // Географические исследования Сибири: в 5 т.; Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. – Т.1. Структура и динамика геосистем – С.52-71.
4. Башалханова Л.Б., Веселова В.Н., Коротный Л.М. Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири. Новосибирск: Академическое изд-во «ГЕО» – 2012. – 221 с.
5. Максютлова Е.В., Башалханова Л.Б. Суровость современного климата в Сибирском Заполярье // Лёд и Снег. – 2019. – № 59(2) –С. 258-266.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФОНА И ЛЕДОВОГО РЕЖИМА ПРИКАСПИЯ

*Наурызбаева Ж.,
старший научный сотрудник УГМИКМ РГП «Казгидромет»,
г. Алматы, Казахстан,
аспирант Российского государственного гидрометеорологического
университета, г. Санкт-Петербург, Россия*

*Лобанов В.А.,
профессор, д-т. н. Российского государственного
гидрометеорологического университета,
г. Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

Северный Каспий, максимальная толщина льда, среднемесячные температуры воздуха, изменение климата, уменьшение толщин льда

Цель настоящей работы: оценка климатических изменений Прикаспийского региона, анализ температурного фона, ледового режима, выявление факторов, влияющих на формирование ледового покрова северной акватории Каспийского моря.

Каспийское море ежегодно покрывается льдом, преимущественно его северная акватория. Лед отличается большим разнообразием форм и претерпевает значительные изменения в течение ледового периода. В связи с этим, оказывает существенное влияние на промышленную, промысловую деятельность. В ходе работы были привлечены данные 29 пунктов наблюдений, как непосредственно на акватории моря, так и в прибрежных и отдаленных зонах. Данные включили в себя сведения о температурном режиме, ледовом режиме, ветровом режиме и сведения об общей циркуляции атмосферы.

Из проведенного исследования климатических изменений максимальных толщин льда на севере Каспийского моря получены следующие выводы:

- основным климатическим фактором максимальной толщины льда помимо сумм отрицательных температур являются также и средние температуры воздуха отдельных месяцев холодного периода года;
- максимальная толщина льда за рассмотренный период с 1940-1950х по 2019г. уменьшилась во всех пунктах. Наибольшие уменьшения на северо-востоке (20-28 см);
- сумма отрицательных температур уменьшилась как в пунктах ледовых наблюдений, так и в окрестностях Каспийского моря, но с разной интенсивностью (до 200 градусов);
- ступенчатое уменьшение максимальной толщины льда отмечено в конце 1980-х гг., также как и ступенчатое падение сумм отрицательных температур;
- выявлены ступенчатые изменения типов циркуляции атмосферы, рассчитаны регрессионные зависимости факторов, влияющих на формирования льда.

Список литературы

1. Бухарицин П.И. Исследования Каспийских льдов. Ледовый режим Каспия, процессы ледообразования, характеристики ледяного покрова, методы расчета и прогноза ледовых явлений. Palmarium Academic Publishing, 2019. 133 с.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей, том VI. Каспийское море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 359 с.
3. Думанская И.О. Ледовые условия морей Европейской части России. – М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2014. 608 с.
4. Лобанов В.А., Наурозбаева Ж.К. Климатические изменения толщины льда на северном Каспии // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 53. С. 172—187. <http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue53/>
5. Bjorn Klove, Ivkina N., Naurozbayeva Zh. (2017), “Influence of climate change to the ice regime of the Caspian sea” <http://www.water-ca.org/article/2589> 15 p.

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНАХ ЮГА СИБИРИ

Носкова Е.В.,

*исполнитель ВНК, Сибирского федерального университета,
г. Красноярск, Россия,*

*младший научный сотрудник, Института природных ресурсов, экологии
и криологии Сибирского отделения Российской академии наук,
г. Чита, Россия.*

Обязов В.А.,

*технический директор, ООО НПО «Гидротехпроект»,
г. Валдай, Россия*

Ключевые слова:

климат, современная динамика температуры воздуха, циркуляция атмосферы, юг Сибири.

Последствия изменений температуры воздуха оказывают существенное воздействие на природные условия, а, соответственно, и социально-экономическое развитие России, большая часть территории которой находится в области значительных изменений климата [1]. Поэтому оценка этих тенденций на региональном уровне представляет широкий интерес, особенно во взаимосвязи с крупномасштабными циркуляционными процессами в атмосфере. Исследование выполнено по данным за 1959-2018 гг. для территории степной и лесостепной зон юга Сибири.

На основе географического и климатического подходов выполнено зонирование исследуемой территории, в результате которого выделено пять зон.

I и II зоны – западная часть территории исследования (Алтайский и Красноярский края, Кемеровская, Новосибирская и Омская области и Республика Хакасия) – характеризуются континентальным климатом с положительными среднегодовыми значениями температуры воздуха. Территория областей резко континентального климата с отрицательными значениями среднегодовой температуры воздуха вследствие их географической удаленности друг от друга и значительной расчлененности рельефа отнесена к трем зонам со сходными климатическими условиями: III (Республика Тыва с частью Республики Алтай), IV (Республика Бурятия) и V (Забайкальский край). Межгодовые изменения температуры воздуха внутри выделенных зон и между ними происходят с высокой степенью согласованности: значения коэффициентов корреляции превышают 0,68.

За исследуемый период среднегодовая температура воздуха повышалась со скоростью от 0,27 (I зона) до 0,57 °C/ 10 лет (V зона). Ее рост отмечается во все месяцы года, однако величина трендов существенно меняются от месяца к месяцу: наибольшее увеличение характерно для весны и осени, наименьшее – для зимы и лета. В весенние и осенние месяцы рост составил соответственно от 0,38 (IV зона) до 0,69 (III зона) и от 0,23 (V зона) до 0,51 °C/10 лет (III зона), в зимние и летние месяцы – от 0,17 (V зона) до 0,66 (III зона) и от 0,16 (I зона) до 0,41 °C/10 лет (III зона).

Выполненный анализ показал, что изменения температуры воздуха в степях и лесостепях юга Сибири в зонах, относящихся к областям континентального климата, практически в течение всего года связаны с циркуляционным механизмом, описываемым скандинавским телеконнекционным индексом. В областях резко континентального климата его влияние несколько уменьшается, особенно летом, хотя он и остается ведущим фактором в отдельные месяцы.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-14-00028).

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.» [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL:

<http://static.government.ru/media/files/OTrFMr1Z1sORh5NIx4gLUsdgGHyWI Aqy.pdf> (дата обращения 16.01.2020).

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОТОКОВ H₂O И CO₂
ВО ВЛАЖНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЛЕСАХ ИНДОНЕЗИИ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЬ-НИНЬО – ЮЖНОЕ КОЛЕБАНИЕ**

*Ольчев А.В., Гущина Д.Ю.,
Географический факультет,
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
г. Москва, Россия.*

*Кноль А.,
департамент биоклиматологии, Университет Гёттингена,
г. Гёттинген, Германия.*

Ключевые слова:

влажные тропические леса, Эль-Ниньо – Южное колебание, метеорологические условия, H₂O и CO₂ потоки, пульсационные измерения

Явление Эль-Ниньо – Южное колебание (El Niño-Southern Oscillation) проявляется в квази-периодических колебаниях температуры поверхности центральной и восточной экваториальной части Тихого океана, а также в изменении атмосферного давления между его восточными и западными частями, оказывающих значительное влияние на погодные и климатические условия как в тропических, так и в удаленных районах внетропических широт. В рамках проведенного исследования была выполнена оценка влияния экстремально сильного Эль-Ниньо 2015-2016 гг. на локальные и региональные метеорологические условия, а также на радиационный баланс, испарение и потоки CO₂ влажного тропического леса, расположенного в центральной части острова Сулавеси (Индонезия) в западной части Тихого океана. На протяжении последних 20 лет данная территория является объектом интенсивных исследований тропических лесов в контексте их устойчивости к внешним природным и антропогенным воздействиям. Начиная с 2002 года, на станции Барири во влажном тропическом лесу проводятся непрерывные наблюдения за потоками диоксида углерода, явного и скрытого тепла с целью изучения отклика лесных экосистем на изменения условий внешней среды.

В рамках настоящего исследования для определения влияния Эль-Ниньо 2015/16 на погодные условия и атмосферные потоки были использованы данные реанализа ERA-Interim, данные метеорологических наблюдений, измерения атмосферных потоков и результаты математического моделирования. Результаты исследования показали, что Эль-Ниньо 2015–16 гг. сопровождалось значительным увеличением приходящей солнечной радиации, что привело к росту температуры воздуха. Динамика среднемесячного количества осадков характеризовалась их резким снижением в начальную фазу Эль-Ниньо, а затем их постепенным увеличением. При этом максимум осадков наблюдался спустя 3–4 месяца после кульминации Эль-Ниньо. Интегральная эмиссия CO₂ тропического леса (экосистемное дыхание) увеличивалась параллельно с ростом Niño4, в то время как скорость поглощения лесной экосистемой CO₂ (валовая

первичная продукция) в это же время практически не менялась, что привело к ярко выраженной положительной аномалии нетто-экосистемного CO₂ обмена – NEE (уменьшенной скорости поглощения CO₂) влажных тропических лесов в период кульминации Эль-Ниньо.

Сопоставление выявленных закономерностей с откликом метеорологических параметров и атмосферных потоков на явления Эль-Ниньо меньшей интенсивности (наблюдаемых в период с 2003 по 2008 год) показало их существенные различия. В частности, слабые Эль-Ниньо оказывали достаточно незначительное влияние на температурный режим района исследований, и как следствие на скорость экосистемного дыхания тропических лесов. Это привело к очень слабой зависимости NEE от Niño4 за выбранный период наблюдений.

В свою очередь величина испарения достаточно хорошо коррелировала с Niño4 как в период сильного Эль-Ниньо 2015–16, так и при более слабых Эль-Ниньо периода с 2003 по 2008 год.

ВЛИЯНИЕ ОБЕЗЛЕСЕНИЯ И ОБЛЕСЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Ольчев А.В.,

Географический факультет, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Россия.

Никитин М.А., Розинкина И.А.,

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр РФ, г. Москва, Россия, Россия.

Ключевые слова:

Восточно-Европейская равнина, обезлесение, облесение, региональные погодные условия, региональная модель COSMO

Оценка влияния процессов обезлесения и облесения центральных районов Восточно-Европейской равнины на региональные погодные условия была выполнена с помощью региональной метеорологической модели COSMO (The Consortium for Small-scale Modeling). Негидростатическая мезомасштабная атмосферная модель COSMO в настоящее время является базовой моделью в Росгидромете и Гидрометцентре России для оперативного численного мезомасштабного прогноза погоды для территории России. Для описания процессов взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью в модели COSMO применяется модель подстилающей поверхности суши TERRA, учитывающая процессы тепло- и влагопереноса в системе "почва – растительность – атмосфера" через описание: турбулентного режима приземного слоя атмосферы, процессов испарения и транспирации растительного покрова, движения влаги в почве, и др.

В рамках исследования для численных экспериментов была использована версия модели COSMO с шагом сетки 6 км. Модельные расчеты проводились для модельной области, охватывающей почти полностью Восточно-Европейскую равнину, внутри которой был выбран модельный регион, ограниченный координатами 55° и 59° с.ш., 28° и 37° в.д. в пределах которого имитировалось изменение лесистости. В первом контрольном эксперименте, расчеты метеорологических величин проводились для современной структуры землепользования. Второй эксперимент имитировал полное сведение лесов (обезлесение) в пределах модельного региона и их замещение травянистой растительностью. Третий эксперимент предполагал полное облесение исследуемой территории. Для расчетов были использованы данные реанализа за 2010 и 2016 год. С их помощью задавались граничные условия на внешних границах области моделирования.

Результаты проведенных модельных экспериментов показали существенное влияние изменения лесистости на локальные и региональные погодные условия. При этом были выявлены противоположные тенденции изменения приземной температуры в летние и зимние месяцы. Так если в летние месяцы обезлесение по модельным расчетам ведет к росту среднесуточной температуры воздуха, то в зимние месяцы прогнозируется ее снижение, прежде всего за счет увеличения альбедо поверхности. Сравнение изменений полей метеорологических элементов для более жаркого и засушливого 2010 года с умеренно теплым и влажным 2016 годом показало более значительное влияния изменений лесистости на поля температуры в 2010 году по сравнению с 2016 годом.

Модельные расчеты также показали, что процессы обезлесения в теплый период года могут привести к росту скорости ветра, уменьшению количества нижней облачности и относительной влажности. Процессы облесения ведут к обратным эффектам (снижению температуры, увеличению осадков, росту относительной влажности и повторяемости туманов, снижению случаев со штормовыми усилениями ветра).

ЗОНАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА РЕК СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Онучин А.А.,
*профессор, Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН – обособленное
подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН,
г. Красноярск, Россия.*

Буренина Т.А.,
*старший научный сотрудник, Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН,
г. Красноярск, Россия.*

Прысов Д.А.,
*младший научный сотрудник, Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН,
г. Красноярск, Россия.*

Ключевые слова:

годовой сток, водосборы, осадки, Средняя Сибирь, ландшафтные зоны

Для выявления зональных и климатических закономерностей формирования стока рек Средней Сибири была проанализирована пространственная изменчивость характеристик гидрологического режима притоков реки Енисей, а также изменчивость осадков с учетом географической зональности исследуемого региона. Для анализа гидрологического режима рек на зональном уровне использовались данные по стоку, рассчитанные на основе использования водно-балансового метода для лесорастительных провинций [1] и метода географической интерполяции [2].

Исследования показали, что пространственная изменчивость осадков в западной и восточной частях исследуемой территории существенно различается. В Западносибирской части максимум осадков приходится на зоны северной и средней тайги: средневзвешенная величина осадков за год составляет более 500 мм. В северном и южном направлении от этих зон наблюдается снижение осадков; 466 мм выпадает в лесотундре и 471 мм в южной тайге. В западносибирской лесостепи выпадает около 370 мм. Для восточной части района исследований наблюдается общая тенденция уменьшения осадков с юго-запада на северо-восток, но она нарушается из-за сложной орографии региона.

Сравнение зонального стока, рассчитанного по карте среднегодового стока рек СССР [3] и стока, рассчитанного ландшафтным методом [1] показало, что наименьшие различия значений этого показателя характерны для лесостепной зоны и северной тайги, максимальные – для южной тайги. При этом слой стока на территории Средней Сибири увеличивается с юга на север, отражая закономерности изменения соотношения тепла и влаги по меридиану, что определенным образом вписывается в учение о зональности Григорьева-Будыко [3]. Сопоставление коэффициентов средневзвешенного ландшафтного стока и фактического стока рек позволяет констатировать, что в зоне лесотундры для

некоторых рек среднее отклонение фактического стока от зонального достигает 40%. Меньше всего коэффициенты стока различаются в зонах средней тайги и лесостепи.

Список литературы

1. Burenina, T.A. Water balance in forest ecosystems of Asian Russia / T.A. Burenina, A.A. Onuchin, V.D. Stakanov // Presented at the 46 IAVS Symposium "Water Resources and Vegetation". – Naples, – 2003. P. 45.

2. Карта среднего многолетнего годового стока рек СССР. Масштаб: 1:24000000. 1983 г. Атлас СССР. Карты природы. Средний многолетний годовой сток рек / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. Москва. 1983. Стр. 112.

3. Григорьев, А.А. О периодическом законе географической зональности / А.А. Григорьева, М.И. Будыко // Доклады АН СССР. – 1956. – № 1. – Т. 110. – С. 129-132

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ЮЖНОГО КУЗБАССА С УЧЕТОМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Осипова Н.А.,

*доцент, Томского политехнического университета,
г. Томск, Россия.*

Быков А.А.,

*старший научный сотрудник, Кемеровского филиала ФГБУ Института
вычислительных технологий СО РАН,
г. Кемерово, Россия.*

Язиков Е.Г.,

*профессор, Томского политехнического университета,
г. Томск, Россия.*

Ключевые слова:

хронический ингаляционный риск, модель рассеивания, метеорологические условия

В настоящем исследовании оценка риска хронического ингаляционного воздействия проведена для населения небольшого промышленного города на Юге Кузбасса. Регион испытывает комплексное воздействие ряда факторов антропогенного характера (теплоэнергетика, автотранспорт, развитая угледобывающая промышленность). Ландшафтно-климатические особенности местности препятствуют активному рассеянию загрязняющих веществ.

Оценка риска проведена в полном соответствии с Руководством по оценке риска [1]. Расчет среднесуточных и максимальных концентраций загрязняющих веществ выполнен по «Методике расчетов рассеивания выбросов вредных

(загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (МРР-2017)» [2] в программе «Эра».

Методика позволяет рассчитать поля максимальных разовых концентраций загрязняющих веществ, соответствующих такому сочетанию неблагоприятных метеорологических условий, при котором в условиях соблюдения промышленным предприятием установленного режима работы достигаются максимальные значения максимальных приземных концентраций.

В расчетах учтено 91 вещество, выбрасываемое предприятиями, по данным инвентаризации, а также 63 показателя опасности развития неканцерогенных эффектов при хроническом воздействии химических веществ. Шаг сети был задан 250 м по долготе и ширине, и расчеты были проведены в 178 точках левой части города и в 187 точках правой части города. Для задания расположения и параметров источников использованы данные общегородской инвентаризации источников выбросов – учтены 73 из 100 предприятий, дающие 99 % выбросов.

Установлено, что наибольший удельный вклад в интегральный уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления вносят: [0143] марганец ($1,75 \pm 1,25$); [2909] пыль неорганическая ($1,56 \pm 0,94$); [2732] керосин ($1,49 \pm 0,57$); [0301] азота диоксид ($0,80 \pm 0,23$); [1325] формальдегид ($0,41 \pm 0,13$). В квадратных скобках приведены коды веществ в реестре Chemical Abstracts Service, в круглых – индексы неканцерогенной опасности выбросов по загрязняющим примесям согласно [1]

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А.

Список литературы

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, С. Иванов. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

2. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе / утверждены приказом Минприроды России от 6 июня 2017 года N 273

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТАКТНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ИМПУЛЬСА ТЕПЛА И ВЕЩЕСТВА В СТРАТИФИЦИРОВАННЫХ БАССЕЙНАХ

*Павлов М.И., Казаков Д.А.,
аспиранты, Морского гидрофизического института РАН,
г. Севастополь, Россия.*

Ключевые слова:

турбулентность, контактные методы, вертикальный обмен, климатическая модель, микроструктурный зонд

Вентиляция океана является фундаментальной частью динамики перераспределения тепла и гидрологического цикла Земли. Зимнее снижение плавучести поверхностных вод является основным механизмом, обеспечивающим вентиляцию внутреннего пространства океана и способствующим накоплению тепла ниже постоянного термоклина.

В отсутствие же зимней конвекции, основным вкладчиком в процессы вертикального обмена теплом и солью в стратифицированных слоях океана становятся механизмы турбулентности и двойной диффузии. По этой причине районы, подверженные глубокой конвективной и гидродинамической активности, являются наиболее интересными объектами с точки зрения изучения циркуляции океана и климата. В число таких районов входит Чёрное море и его прибрежные акватории.

Существующие на сегодняшний день методы оценок интенсивности вертикального обмена базируются на сильно осредненных данных, что не позволяет в значительной мере учесть вклад структур различного масштаба в моделях циркуляции моря. Поэтому, для усвоения большего количества параметров, осуществляется совершенствование контактных методов измерения с применением микроструктурных зондов.

С помощью таких приборов можно оценить интенсивность основных физических процессов, определяющих механизмы переноса и трансформации энергии, импульса, перераспределение тепла и соли. В исследованиях тонкой и микроструктуры Черного моря использовался измерительный комплекс «Сигма-1», включающий набор датчиков для определения основных гидрофизических параметров и их пульсационных величин. С целью определения положения при зондировании в комплекс установлена система контроля положения.

Для устранения колебаний относительно измеряемых пульсаций применяется фильтр Винера. Основная проблема в недостаточной точности компаса (5°) и отсутствия датчиков угловых скоростей.

В текущем исследовании была разработана и испытана новая система контроля положения на модуле MPU-9250. Для устранения собственных колебаний и более точного определения положения использован алгоритм «eddy correlation» [1]. Учет угловых скоростей и высокая точность компаса позволяют более точно определять гидрофизические параметры и дальнейшего использования в климатических моделях.

Список литературы

1. Anctil F., Donelan M.A., Drennan W.M., Graber H.C. Eddy-Correlation Measurements of Air-Sea Fluxes from a Discus Buoy // Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 1993, С. 1144 – 1150.

ВОЗДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ГУСТОТУ РЕЧНОЙ СЕТИ

*Павлюк Я.В., Родионова М.Е.,
доценты Белгородского государственного национального
исследовательского университета, г. Белгород, Россия.
Шайдурова А.В.,
студентка, Белгородского государственного национального
исследовательского университета,
г. Белгород, Россия.*

Ключевые слова:

гидротермический коэффициент увлажнения, густота речной сети, осадки, моделирование.

Густота речной сети зависит от комплекса физико-географических факторов, особая роль принадлежит климатическим условиям. Для оценки влияния климатических факторов на водность рек и др., чаще всего используют статистические методы. Однако, вследствие наличия пространственных закономерностей у исследуемых процессов, необходимо учитывать этот аспект в анализе (1).

Нами были проанализированы значения осадков, температуры и гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) за последние 10 лет. Для исследования использованы данные по 5 метеопостам на территории Белгородской области. В работе использованы исследования авторов по динамике густоты речной сети за последние 200 лет (2).

Инструменты ГИС позволяют оценивать пространственную корреляцию факторов. Для работы нами был использован инструмент «Географически взвешенная регрессия» (ГВР). Он работает с файлом векторного формата, в таблице атрибутов которого внесены значения факторов воздействия и анализируемой величины. В нашем случае зависимой переменной являлась густота речной сети, независимыми переменными были густота эрозионной сети, осадки и температура, ГТК, облесенность бассейнов.

В результате работы установлено, что густота речной сети показывает высокую степень пространственной корреляции от коэффициента ГТК (0,68). Корреляция от отдельных показателей осадков и температуры меньше (0,4). Следовательно, для оценки влияния климата на речную сеть следует в большей степени использовать ГТК. Моделирование пространственного соотношения густоты речной сети 200 лет назад имеет схожие коэффициенты регрессии от современного показателя ГТК. Однако, установлено, что показатели сокращения речной сети с конца XIVIII века не имеют пространственной корреляции с климатическими факторами.

Таким образом, ГИС позволяет оценить пространственную взаимосвязь изменяемых показателей.

Список литературы

1. Comparative assessment of methods for forecasting river runoff with different conditions of organization [Text] / F. N. Lisetskii, V. I. Pichura, Y. V. Pavlyuk [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – Vol. 6, № 4. – P. 56-60.

2. Lisetskii F. N. Basin organization of nature management for solving hydroecological problems [Text] / F. N. Lisetskii, Y. V. Pavlyuk, Zh. A. Kirilenko [et al.] // Russian Meteorology and Hydrology. – 2014. – Vol. 39, № 8. – P. 550-557.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №16–35–00614 мол_а.

БУГРИСТЫЕ МЕРЗЛОТНЫЕ ТОРФЯНИКИ НА ЮЖНОМ ПРЕДЕЛЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ

Пастухов А.В.,

*д.б.н., и.о. с.н.с. отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар, Россия.*

Каверин Д.А.,

*к.г.н., и.о. с.н.с. отдела почвоведения Института биологии Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар, Россия.*

Ключевые слова:

многолетняя мерзлота, бугристые болота, эмиссия, парниковые газы

Крайнесеверная тайга на европейском Северо-Востоке, которая в настоящее время является крайне южным пределом островной криолитозоны, представляет собой полоугоувалистую равнину, многочисленные плакоры которой заняты обширными болотами. Бугристые торфяные болота составляют значительную часть северотаежной подзоны и во многих случаях могут доминировать в региональном ландшафте, образуя комплексы мерзлотных бугров, немерзлотных топей и термокарстовых озер.

Проведены детальные исследования бугристого торфяного болота, расположенного на крайнем южном пределе криолитозоны. Анализ профиля торфяного бугра указывает, что данное торфяное плато большую часть времени было открытым болотом с мезоэвтрофной растительностью, которая постепенно менялась на олиготрофную. Изменения в ботаническом составе отражаются и в физико-химических особенностях торфа, по которым четко идентифицируются 3 зоны: зона СТС, которая примерно равна слою акротелма, и в которой наиболее активно протекают процессы декомпозиции органического вещества.

При этом примерно лишь в верхних 20 см, т.е. в наиболее деятельном слое, преобладают окислительные условия, которые способствуют усилению минерализации торфа. 2 и 3 зоны – ММП, представляющие собой слой катотелма, в котором органическое вещество практически полностью

законсервировано от дальнейшего разложения. Вместе с тем, авторы допускают возможность увеличения минерализации торфа при установлении аэробных условий на фоне деградации многолетнемерзлых пород.

Радиоуглеродный анализ и палинологический состав указывают, что накопление торфа на данном плато началось примерно 8300 л.н., в конце бореального периода. Максимальная скорость торфонакопления, что характерно для восточно-европейской равнины в целом, наблюдалась в середине атлантического периода и достигала 0,9-1,2 мм/год. Во время потепления среднего суббореала активно развивались термоэрозионные процессы, и в этот период часть торфа была эродирована. В настоящее время также достаточно активно развиваются процессы термоэрозии, происходит разрушение бортов бугра, однако, в то же время, идет медленное торфонакопление.

Представленная палеорекострукция и современные исследования, выполняемые по определению эмиссии углекислого газа и метана, показывают, что торфяные плато подобного типа являлись резервуарами-поглотителями углерода на протяжении большей части своей истории, поэтому в долгосрочной динамике и прогнозировании дальнейшего развития этих торфяных плато не следует ожидать их отрицательного влияния на климат и в будущем.

Исследование выполнено в рамках темы Государственного задания Института биологии Коми НЦ УрО РАН (№ АААА-А17-117122290011-5) и РФФИ (проект № № 20-34-70005).

СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТРОПОСФЕРЕ, СТРАТОСФЕРЕ И МЕЗОСФЕРЕ ЗЕМЛИ И ИХ РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Переведенцев Ю.П.,

*профессор, Казанского (Приволжского) федерального университета,
г Казань, Россия*

Гурьянов В.В.,

*доцент, Казанского (Приволжского) федерального университета,
г Казань, Россия.*

Шанталинский К.М.,

*доцент, Казанского (Приволжского) федерального университета,
г Казань, Россия.*

Ключевые слова:

температура воздуха, тенденция, низкочастотная компонента, корреляция

Дается краткое описание результатов климатических исследований, выполненных в Казанском университете, начиная с 1812 г. (момента открытия Метеорологической обсерватории).

Рассматриваются пространственно-временные изменения температуры воздуха и массовой доли озона до уровня 80 км по данным реанализов

NCEP/NCAR, ERA-Interim, ERA5 в период 1979-2018 гг., что позволило оценить тенденцию скорости потепления в тропосфере и похолодания в стратосфере на различных уровнях с географической привязкой.

Показано, что тепловое влияние океанической поверхности проявляется до уровня тропопаузы, при этом скорость потепления в тропосфере над сушей выше примерно в 3 раза, чем над океаном.

Наибольшая амплитуда годовых колебаний проявляется в тропосфере. Корреляционные связи между уровнями оказались слабыми в слое 25-45 км и в районе тропопаузы.

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ КОНТАМИНАЦИИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

*Перервенко О.В., Капустин А.Н., Егорова Е.В.,
аспиранты Камчатского государственного технического университета,
г. Петропавловск-Камчатский, Россия*

Ключевые слова:

Авачинская губа, окружающая среда, экология, источники загрязнения, морские макрофиты.

Проблема контаминации окружающей среды в настоящее время является глобальной. В результате хозяйственной деятельности окружающей среде наносится огромный вред. Становится невозможным пользоваться водными природными ресурсами, вода и гидробионты находятся в удручающем состоянии.

Авачинская губа (юго-восточная Камчатка) является одной из красивейших и удобнейших в мире гаваней. Это водоем, где города и посёлки, расположенные на ее берегах и основных притоках рек Авача и Паратунка, являются основными загрязнителями акватории губы и прилегающей местности. Это обуславливает ее хроническую контаминацию различными веществами: нефтепродуктами, фенолами, детергентами, солями тяжелых металлов, радиоактивными веществами [1]. По сравнению с большинством других субъектов РФ экологическая обстановка в Авачинской губе и прилегающим к ней районам относительно благополучна. Однако анализ размещения источников загрязнения показал следующее:

– по санитарно-микробиологическим показателям наиболее неблагополучной акваторией Авачинской губы в 2013 г. оказалась б. Култучная, омывающая центральный городской пляж – отмечена повышенная концентрация микроорганизмов, кишечной палочки и опасных патогенов [2] – патогена – *Pseudomonas* spp. По результатам исследований в 2019 году сравнение не представилось возможным – показатели отсутствуют;

– радиационная обстановка на территории Камчатского края и Авачинской

губы существенно не изменяется и остается в целом удовлетворительной [3,4];

– анализ размещения источников загрязнения и воздействия загрязняющих веществ в восточном и юго-восточном побережье Авачинской губы показывают, что наибольшему антропогенному воздействию подвержена литоральная зона шельфа;

– среди населяющих шельф гидробионтов особая роль принадлежит морским макрофитам, так как в этих районах у них основная средообразующая и продукционная роль [5] (в Авачинской губе микропопуляции некоторых видов водорослей претерпели изменения и в настоящее время встречаются в малом количестве).

Список литературы

1. Березовская В.А. Гидрохимический режим Авачинской губы: Автореф. дис.канд. географ. наук. 1988. – 25 с.

2. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. /Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев и др. // *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана*. – 2014. – № 34. – С. 5-21.

3. Техногенные радионуклиды в морях, омывающих Россию. – М.: ИздАТ, 2005., илл. 64 с.

4. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» / Арутюнян Р.В., Большов Л.А., Боровой А.А., Велихов Е.П.; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. – М.: 2018. – 408 с. : ил. – ISBN 978-5-9907220-5-7 (в пер.)

5. Режим доступа: <http://www.econature.ru/recover.html> (дата обрац. 25. 01 2020)

ПОТЕНЦИАЛ МИТИГАЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЗЕМЕЛЬНОМ СЕКТОРЕ РОССИИ

Романовская А.А.,
д.б.н., член-корр. РАН, Институт глобального климата и экологии
им. академика Ю.А. Израэля,
г. Москва, Россия.

Коротков В.Н.,
к.б.н., в.н.с., Институт глобального климата и экологии
им. академика Ю.А. Израэля,
г. Москва, Россия.

Полумиева П.Д.,
м.н.с., Институт глобального климата и экологии
им. академика Ю.А. Израэля,
г. Москва, Россия.

Трунов А.А., Вертянкина В.Ю.,
Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля,
г. Москва, Россия.

Ключевые слова:

изменение климата, парниковые газы, сельское хозяйство, лесное хозяйство, митигация, Россия.

Управляемые земли в России демонстрируют устойчивый тренд увеличения нетто поглощения парниковых газов в период с 1990 по 2016 год, достигая значения поглощения 553 млн. тонн CO₂-экв. в 2016 году (компенсация 21% общего антропогенного выброса в стране) по сравнению с нетто потерями в 340 млн. тонн CO₂-экв. в 1990.

Основными причинами сокращения эмиссий парниковых газов и увеличения депонирования углерода являются уменьшение общего количества вносимых минеральных и органических азотных удобрений на пахотных землях, а также сокращение объема лесозаготовок в 2,5 раза в 90х гг. прошлого века. При этом растущий тренд накопления углерода лесами после 2010 года сменился на период стабилизации уровня ежегодного поглощения между 2010 и 2016 гг.

Последний, ожидаемо, в будущем перейдет в уменьшение поглощения углерода на той же территории управляемых лесов в связи с постепенным старением древостоев в случае, если не будут предприняты соответствующие меры по оптимизации уровня лесозаготовки.

В нашей работе оценивался потенциал сокращения выбросов от следующих мер: защита от лесных пожаров; щадящий режим лесозаготовок; сокращение потерь углерода при лесозаготовке; замена монокультур при лесовосстановлении на смешанные насаждения; сокращение экспорта круглого леса и переход к экспорту переработанной древесины; увеличение объемов рециклинга бумаги и увеличение производства древесной продукции с долгим сроком жизни; компенсационные посадки леса при обезлесивании; сокращение

потерь почвенного углерода на пашнях; защита луговых угодий от пожаров; стимулирование накопления углерода в почвах луговых угодий; сокращение потерь азота от внесенных минеральных и органических удобрений; обводнение ранее осушенных торфяников; рекультивация нарушенных земель.

Общий митигационный потенциал системы управления землепользованием в России оценивается ежегодным сокращением эмиссий (увеличением поглощения) парниковых газов около от 545 до 940 млн. тонн CO₂-экв., что может компенсировать дополнительно 21-35% современного общенационального антропогенного выброса парниковых газов к имеющимся в настоящее время 21% компенсации (в сумме 42-56%).

Большинство перечисленных в нашей работе митигационных мероприятий сопровождаются дополнительно адаптационными выгодами, переходу к устойчивой модели землепользования и повышают обеспечение продовольственной безопасности страны.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Саблина О.М.,

*ассистент Белгородского государственного национального
исследовательского университета,
Белгород, Россия.*

Нарожняя А.Г.,

*к.г.н, доцент Белгородского государственного национального
исследовательского университета,
Белгород, Россия.*

Ключевые слова:

агролесомелирация, ГТК, климат, лесополосы, ландшафт, сельское хозяйство.

Глобальные процессы изменения климата на планете особенно ярко выражены в последние десятилетия, что непосредственно связано и с интенсификацией сельского хозяйства. В России сельское хозяйство является ведущей отраслью экономики, которая сейчас находится в взаимосвязи с процессами глобального изменения климата [1].

Современное интенсивное освоение территорий, развивающееся сельское хозяйство ведет к нарушению состояния ландшафтных систем на всех уровнях. На сокращение и предотвращение угроз нарушения, а также, на сохранение и повышение продуктивности угодий направлены системы адаптивно-ландшафтного земледелия, ключевым мероприятием в которых является агролесомелирация. Экологическая роль лесных полос рассмотрена в

многочисленной научной литературе [2]. Изменение климатических факторов оказывает значительную роль на эффективность агролесомелиоративных работ.

Территория Белгородской области в силу природно-климатических особенностей в значительной степени подвержена процессам деградации земель, которые прогрессируют на фоне интенсивного сельскохозяйственного освоения территории. За период с 1950 по 1980 гг. на территории области было высажено более 32 тыс. км лесных полос, из них 46,5% относятся к противоэрозионным, 36,5 к полезащитным и 17% придорожным лесным полосам.

На основании разновременных картофотоматериалов, данных дистанционного зондирования, архивных данных было выявлено изменение состояния лесных полос. Было выявлено что 3.7% лесополос, посаженных в XX в., в начале XXI в. в той или иной степени оказались нарушенными, еще 10.7% полностью выбыли, из них 44% приходится на полезащитные лесные полосы и 38% – на противоэрозионные.

В результате выявления взаимосвязи между нарушением состояния лесных полос и показателем ГТК было установлено, что изменение густоты выбывших и нарушенных лесополос обратно пропорционально среднему значению ГТК (средние за 1955-2017 гг.) по ключевым участкам Белгородской области. При уменьшении ГТК больше всего сокращается длина полезащитных лесных полос. Таким образом, количество выбывших и нарушенных лесных полос увеличивается с севера и северо-запада на юг и юго-восток в соответствии с понижением значений ГТК.

Список литературы

1. Краснощеков В.Н. Огаренко Д.Г. Рожкова О.Н. Изменение климата и сельское хозяйство России: проблемы и решения. природообустройство №2 Москва 2017. С. 80-88.

2. Барабанов А. Т., Панов В. И., Преобразование гидрологического режима агроландшафтов защитными лесными насаждениями // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 16; С. 67-74, 2016.

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ

*Савенко В.С.,
профессор, МГУ им. М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

биосфера, биогеохимическая эволюция, термодинамическая неравновесность, биокосная система, биотический круговорот, биогеоценоз

Рассмотрены проблемы биогеохимической эволюции биосферы как глобальной биокосной системы, для которой системообразующим процессом служит климатический круговорот вещества.

Обсуждаются биогеохимические принципы В.И. Вернадского [1], характеризующие с разных сторон важнейшую закономерность биогеохимической эволюции биосферы: увеличение интенсивности биогенной миграции вещества во времени и в пространстве. Показано, что с течением геологического времени увеличивается внутренняя термодинамическая неравновесность биосферы и происходит рост интенсивности биогенной миграции химических элементов. Отмечено, что ключевой вопрос в проблеме биогеохимической эволюции – выяснение механизма естественного отбора, действующего на уровне биогеоценозов.

Биогеоценоз существует до тех пор, пока биотические и абиотические компоненты связаны между собой потоками вещества и энергии, которые всегда оформлены в виде биотического круговорота вещества. Поскольку биотический круговорот является системообразующим процессом, его устойчивость можно считать одновременно показателем устойчивости биогеоценозов. Отсюда следует, что механизм естественного отбора должен быть связан с «отсевом» биогеоценозов с низкой интенсивностью биотического круговорота.

Для понимания сути естественного отбора биогеоценозов и биокосных систем в целом можно опираться на принцип максимального использования энергии, согласно которому выживают системы, наилучшим образом способствующие поступлению энергии и ее использованию [2].

Этот принцип находит отражение в устройстве и некоторых эволюционных изменениях биосферы, выявленных к настоящему времени. Во-первых, пространственное разделение окисленных и восстановленных продуктов фотосинтеза обеспечивает накопление высококачественной химической энергии, запасы которой увеличивались во времени. Во-вторых, затрачивая значительное количество накопленной зелеными растениями биогенной химической энергии на обеспечение жизнедеятельности гетеротрофных организмов, биота не только поддерживает биотический круговорот, но и создает необходимые условия для автотрофов, которые вне связи с гетеротрофами существовать не могут. Увеличение внутренней термодинамической неравновесности биосферы и, следовательно, интенсивности круговорота вещества в ней можно рассматривать как свидетельство увеличения устойчивости биосферы. В-третьих, из факта непрерывного накопления избыточной свободной энергии химической неравновесности в биосфере и ее абиотическом окружении следует вывод, что с течением времени возростала потенциальная мощь ответных стабилизирующих реакций биосферы и экосферы на внешние возмущения.

Это также свидетельствует о постепенном увеличении устойчивости биосферы, что могло происходить только в результате естественного отбора биогеоценозов и изменения структурных и функциональных взаимоотношений между ними.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1987. – 339 с.
2. Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. – М.: Прогресс, 1978. – 379 с.

ИСТОРИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАНОВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗНАНИЙ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА

Сальман Р.

*аспирантка Санкт-Петербургского государственного университета,
Санкт-Петербург, Сирия.*

Ключевые слова:

изменения глобального климата, окружающая среда, тектоника.

Бесспорно, проблема изменений глобального климата в настоящее время стала в особой степени актуальной на современном этапе жизни человечества. Однако нельзя сказать, что вопросы изменений климата на нашей планете не привлекали к себе ученых античности, средневековья и новейших веков.

Ряд вопросов, относящихся к проблеме изменений глобального климата и его влияния на окружающую среду, поднимался в еще в трудах древнегреческих ученых и мыслителей.

Поэтому при подготовке данного доклада ограничилась анализом главных, сохранивших до настоящего времени историко-научную ценность, работ по тематике изменений глобального климата Земли, выполненных учеными от античности до середины XX столетия.

Проблема изменения климата обсуждается в трудах древних философов и средневековых ученых, а также в истории развития учения о влиянии состава атмосферы на изменения глобального климата, если иметь в виду классическую науку об изменениях глобального климата с начала XIX столетия.

В дополнение к обсуждению развитие теории о влиянии астрономических факторов на изменения глобального климата, мысль о том, что изменение наклона оси вращения земного шара к плоскости эклиптики и изменение апсид солнечного вращения связано с изменениями климата Земли, очень стара.

Наконец это было изучено дрейф материков и изменения глобального климата в геологическом прошлом, сторонники любой научной теории, развивая и изучая ее на основе новейших данных, не должны забывать первопроходцев.

Теория тектоники литосферных плит представляет собой современное развитие направления науки о Земле, которое родилось в начале XX в.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ВЕСЕННЕГО ПРЕДЕЛА ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ ЭЛЬ-НИНЬО НА ОСНОВЕ ГЛОБАЛЬНОЙ АТМОСФЕРНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ

Серых И.В.,

*ст. научный сотрудник, Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Москва, Россия.*

Сонечкин Д.М.,

*главный научный сотрудник, Института океанологии им. П.П. Ширшова
РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова: Прогноз Эль-Ниньо и Ла-Нинья, весенний предел предсказуемости, Глобальная атмосферная осцилляция, вейвлетный анализ, воздействие внешних сил

В работе [1] была подвергнута проверке та точка зрения, что в возникновении пиков в спектрах Эль-Ниньо – Южного колебания повинны неравномерности вращения Земли. Все основные пики спектральной плотности в диапазоне временных масштабов от года до десятилетия были соотнесены с тремя внешними периодическими воздействиями на климатическую систему: 1) Чандлеровским колебанием полюсов; 2) Лунно-солнечной нутацией; 3) Циклом солнечной активности. Главные периоды этих внешних воздействий составляют ~1.2, ~18.6 и ~11.5 года соответственно. По-видимому, они несоизмеримы друг с другом. Так что они воздействуют на климатическую систему, как бы, невпопад, и вместо хаоса порождают очень сложные, кажущиеся случайными вариации, математическим образом которых является странный нехаотический аттрактор [2].

Опираясь на факт нехаотичности Эль-Ниньо – Южного колебания, исследуется его предсказуемость. При этом рассматривается недавно обнаруженная так называемая Глобальная атмосферная осцилляция (ГАО) [3]. Считая ГАО главной модой короткопериодных климатических вариаций, определяются индексы, характеризующие динамику и взаимосвязь внетропических и тропических компонент ГАО. Среди этих индексов находится один, с помощью которого оказывается возможным предсказывать Эль-Ниньо и Ла-Нинья с заблаговременностью в 12 месяцев, то есть преодолевая весенний предел предсказуемости Эль-Ниньо.

Затем, с помощью вейвлетов, выявляется диапазон временных масштабов, внутри которого имеют место наиболее тесные кросс-корреляции этого индекса с индексами, характеризующими Эль-Ниньо – Южное колебание [4].

С помощью разработанного метода осенью 2018 года на конец 2019 – начало 2020 года было предсказано наступление слабого Эль-Ниньо. Этот прогноз, кажется, сейчас оправдывается.

Список литературы

1. Serykh I.V., Sonechkin D.M. Nonchaotic and globally synchronized short-term climatic variations and their origin // Theoretical and Applied Climatology. – 2019. – Vol. 137. – Issue 3-4. – P. 2639–2656.
2. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – Южного колебания // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2017. – Т. 25. – № 5. – С. 5-25.
3. Serykh I.V., Sonechkin D.M., Byshev V.I., Neiman V.G., Romanov Yu.A. Global Atmospheric Oscillation: An Integrity of ENSO and Extratropical Teleconnections // Pure and Applied Geophysics. – 2019. – Vol. 176. – Issue 8. – P. 3737–3755.
4. Вакуленко Н.В., Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 3. Предсказуемость Эль-Ниньо // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. – 2018. – Т. 26. – № 4. – С. 75-94.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В XXI В. ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Сидорова М.В.,

*научный сотрудник Института географии РАН,
г. Москва, Россия.*

Кашутина Е.А.,

*старший научный сотрудник Института географии РАН,
г. Москва, Россия.*

Ключевые слова:

среднемноголетний речной сток, изменения климата, водообеспеченность территорий, водный баланс, глобальные климатические модели.

Наблюдаемое потепление приводит к изменениям компонентов гидрологического цикла [1].

В данной работе на основе смоделированных моделями общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) климатических характеристик по определенному алгоритму рассчитывается речной сток на Европейской территории России (ЕТР). В качестве основы для расчета средних многолетних величин годового стока принят метод водного баланса в виде $\bar{Y} = \bar{P} - \bar{E}$, где \bar{Y} , \bar{P} , \bar{E} – средние многолетние величины (мм) стока, осадков и испарения с поверхности бассейнов. Расчет испарения \bar{E} сведен к оценкам по уравнению связи $\bar{E} = E(\bar{P}, \bar{E}_0)$, где E_0 – испаряемость. Испаряемость, в свою очередь, определяется по эмпирической зависимости от суммы положительных температур воздуха T_0 .

Исходными данными послужили данные о месячных суммах осадков, температур и испаряемости из глобального архива CRU TS 3.21 (Climatic Research Unit, Time Series) пространственного разрешения $0.5^\circ \times 0.5^\circ$, подготовленного в Университете Восточной Англии. Данные по стоку на Европейской территории России были получены с использованием карт, обобщающих данные наблюдений за стоком до 1975 года (СП-33-101-2004 (ранее СНиП 2.01.14-83) [2]) и с 1975 по 2010 гг. [3].

Были использованы данные ансамбля 12 МОЦАО, которые были отобраны по критерию наилучшего воспроизведения осадков и температур на исследуемой территории из 37 моделей проекта СМIP5. Данные всех моделей были приведены к единой сетке $1^\circ \times 1^\circ$.

Все временные срезы и сценарии демонстрируют статистически незначимое изменение среднемноголетнего речного стока на северной части Европейской территории и значимое снижение характеристики для южных территорий, причем зона снижения расширяется, а степень его усиливается к концу века и при использовании жесткого сценария антропогенных выбросов. При высоком уровне антропогенного влияния на климат на части территории Европейской территории России возможно наступление катастрофического (с относительными изменениями менее 0,5 от современного) снижения годового стока.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-05-00891.

Список литературы

1. Held I.M., Soden B.J. Robust responses of the hydrological cycle to global warming // *Journal of climate*. 2006. 19. 5686-5699.
2. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм. Л.: Гидрометеоздат, 1986 – 28 листов.
3. Джамалов Р. Г. и др. Современные ресурсы подземных и поверхностных вод Европейской части России: Формирование, распределение, использование // М.: ГЕОС. 2015. С. 315.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

*Сизых М.А.,
магистрант, Педагогического Института Иркутского Государственного
Университета,
г. Иркутск, Россия*

Ключевые слова:

метеорология, глобальное изменение климата.

К проблеме изменения климата на планете сегодня приковано исключительно большое внимание. От того, как будет происходить изменение

основных климатообразующих показателей, зависят условия жизнедеятельности и развития всего живого на Земле. Происходящие климатические изменения относятся к глобальным проблемам человечества, а адаптация к ним является важной международной задачей.

В нашей научно-исследовательской работе мы сравнивали данные температур гидрометеорологических станций г. Иркутска и г. Ербогачен – южная и северная точки Иркутской области соответственно – за период с 2014 по 2019 г. Результатом исследования являются графики динамики температуры по годам и по сезонам – холодному и теплomu. На основании полученных результатов дана оценка влияния глобальных климатических изменений на климат региона.

В связи с удаленностью от морей и океанов рассматриваемая территория характеризуется резко континентальным типом климата с большими амплитудами не только годовых, но и суточных температур, суровой малоснежной зимой и умеренно теплым летом. В целом для южной части Восточной Сибири характерна отрицательная среднегодовая температура, за исключением побережья Байкала, так как большая водная масса озера оказывает согревающее действие на прибрежные территории. Из атмосферных процессов на формирование климата оказывает влияние западный перенос воздушных масс и Азиатский антициклон, действующий над территорией зимой.

Проведя анализ динамики температуры в двух точках Иркутской области – на севере в г. Ербогачен и на юге в г. Иркутск – мы можем сделать вывод о том, что в холодный период наблюдается тренд понижения зимних температур, хотя ранее потепление климата на территории Восточной Сибири проявлялось в повышении температуры зимой. Это связано с изменением типа циркуляции атмосферы – из субширотного в субмеридиональное, и с проникновением в результате этого холодных арктических воздушных масс. Деятельность Азиатского антициклона на данной территории усилилась и блокировала поступление теплого влажного воздуха с юга, что привело к снижению температуры в зимний период.

Рассматривая динамику хода температуры в более длительной перспективе с 1882 по 2018 гг. мы можем сделать вывод, что для территории юга Восточной Сибири характерны современные тенденции изменения климата – прослеживается тренд потепления, но как себя проявит глобальная климатическая система в будущем – вопрос неоднозначный.

Список литературы

1. Ипполитова Н. А. и др. География Иркутской области [Текст]: учебное пособие / Н. А. Ипполитова, С. Н. Коваленко, Г. Ф. Орел, Н. В. Роговская, Е. М. Тюменцева, И. А. Тюнькова. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. – 233 с.

2. Метеорологические ежемесячники / сост.: ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». – 1903-2015 гг.

ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗА ЭВОЛЮЦИИ ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВ И ОЦЕНКИ ИХ АГРОПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА В ОТВЕТ НА СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ (на примере Ярославской области)

*Симонова Ю.В., Русаков А.В., Лемешко Н.А.,
Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

залежи, климат, агропотенциал, дерново-подзолистые почвы

В условиях глобального потепления открывается перспектива продвижения товарного сельского хозяйства на север, в южные районы нечерноземной зоны ЕТР. Это возможно также за счет вовлечения в сельскохозяйственный оборот больших площадей, пребывающих в настоящее время под залежами. Современные требования устойчивого землепользования должны основываться на почвенно-агроэкологической оценке и обоснованной адаптации почв залежей к изменившимся ландшафтно-климатическим условиям. В этой связи представляется актуальным в отношении постагрогенных почв изучение их современных признаков и свойств проводить в сравнении с пахотными аналогами до их перевода в залежь.

Нами исследовался ряд дерново-подзолистых и серогумусовых почв под разновозрастными залежами (10–30 лет) Пошехонского района Ярославской области, в состоянии наиболее благоприятном для возврата в сельскохозяйственный оборот, а именно – на луговой стадии зарастания. При изучении почв залежей нами был выявлен ряд проблем, которые могут осложнять задачу почвенно-агроэкологической оценки с учетом прогноза изменений свойств почвы на среднесрочную (10–20–50 лет) перспективу:

1. Почвенные и агрохимические показатели (мощность и строение гумусового горизонта, плотность сложения, структура, рН, содержание Сорг и элементов питания) залежных почв являются во многом результатом постагрогенеза. Не достигнув устойчивого равновесия с факторами среды, такие почвы будут быстрее изменять свои свойства по сравнению с целинными аналогами. В связи с данной проблемой целесообразно, например, оценивать в залежных почвах не только общее содержание и запасы органического вещества, но и качественный его состав: устойчивые и лабильные компоненты.

2. Вариабельность почвенного покрова в отношении морфометрических, морфологических и физико-химических свойств постагрогенных почв будет существенно превышать таковую для пахотных аналогов.

3. Необходимость учета других факторов почвообразования (например, литогенной составляющей, не только в контексте гранулометрического состава гумусовых горизонтов), так как почвы на разных породах с разной скоростью будут реагировать на изменение климатической обстановки.

5. Появление новых проблем, связанных с изменившимся гидротермическим режимом. Например, нарастание гидроморфизма, признаки которого были отмечены нами в автоморфном ряду почв при обследовании в 2019 г. По этой причине необходимо принимать во внимание потенциальную опасность переувлажнения.

Специфика постагрогенной эволюции при наложении изменившихся климатических условий должна учитываться при выполнении почвенно-агроэкологической оценки и в качестве входных параметров при прогнозировании агропроизводственного потенциала.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №19-29-05243.

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЫСОТУ СНЕЖНОГО ПОКРОВА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЕГО ЗАЛЕГАНИЯ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Смахтин В.К.,

*старший научный сотрудник отдела гидролого-экологических исследований ФГБУ РосНИИВХ,
г. Екатеринбург, Россия.*

Ключевые слова:

температура воздуха, влажность, снежный покров, многолетние изменения, корреляция, t-статистика

Изменение климата оказывает влияние на многие природные процессы, в том числе на высоту и продолжительность залегания снежного покрова [1, 2], что впоследствии отражается на запасах воды в снеге, а значит и на стоке весеннего половодья. Целью работы является оценка многолетнего изменения температуры и относительной влажности воздуха и их влияния на высоту, и продолжительность залегания снежного покрова Свердловской области с 1936 по 2018 год.

Согласованность изменений исследуемых характеристик оценивалась с помощью корреляционного анализа. Тренды вычислялись методом наименьших квадратов. Оценка значимости трендов и коэффициентов корреляции выполнялась с использованием t-статистики Стьюдента при 5%-ном уровне значимости [3]. Данные по температуре воздуха, высоте снежного покрова взяты из архива данных ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru/>) за 1936-2018 гг. [4], относительной влажности воздуха за 1966-2018 гг. [5] по 5 метеорологическим станциям.

В результате проведенного анализа получены следующие выводы:

– Средняя дата начала формирования снежного покрова по территории области за период 1936-2018 гг. – 14 октября, дата окончания его залегания – 25 апреля.

– На многолетнее изменение высоты снежного покрова в октябре оказывает влияние температура и влажность воздуха, в ноябре только температура. Даты формирования снежного покрова зависят от температуры воздуха в апреле и мае, даты окончания залегания от температуры воздуха в сентябре и октябре.

– За период с 1936 по 2018 год средняя температура холодного периода октябрь-апрель на территории Свердловской области увеличилась на 2°C, максимальная высота снежного покрова увеличилась на 15,5 см. Многолетние изменения влажности воздуха и продолжительности залегания снежного покрова не являются достоверными.

Список литературы

1. Попова В.В., Ширяева А.В., Морозова П.А. Сроки установления снежного покрова на севере Евразии: прямые и обратные связи с крупномасштабной атмосферной циркуляцией // Лед и снег, т. 127, № 3, – 2014. – С. 39-49.

2. Мартынова Ю.В., Харюткина Е.В., Крупчатников В.Н., Антохина О.Ю. Связь вариации площади осеннего снежного покрова с температурным и циркуляционным режимами последующей зимы в Западной Сибири // Фундаментальная и прикладная климатология, Москва, – 2018. – С. 71-83.

3. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. Изд. РГГМУ, – 2007. – 279 с.

4. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485. <http://meteo.ru/data/156-temperature#описание-массива-данных>.

5. Кузнецова В.Н., Давлетшин С.Г., Швец Н.В. Описание базы данных «Среднемесячная относительная влажность воздуха на метеорологических станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621537. <http://meteo.ru/data/790-srednemesyachnaya-otnositelnaya-vlazhnost-vozdukha#описание-массива-данных>.

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЗОРЕЛЬЕФА ЕСТЕСТВЕННОГО ПЕСЧАНОГО МАССИВА

Соромотин А.В.,

*профессор Тюменского государственного университета,
г. Тюмень, Россия*

Сизов О.С.,

*старший научный сотрудник Института проблем нефти и газа РАН,
г. Москва, Россия.*

Лоботросова С.А.,

*аспирант Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН,
г. Тюмень, Россия.*

Ключевые слова:

микроклимат, мезорельеф, песчаные дюны, северная тайга

Изучены особенности формирования микроклимата различных форм эолового мезорельефа естественного песчаного обнажения в нижнем течении реки Надым (наветренная сторона песчаной дюны, вершина дюны и подветренная сторона дюны). Для проведения замеров параметров микроклимата на каждом из указанных форм мезорельефа выбиралась ровная площадка размером 50*50 м на которой в шахматном порядке отмечались 15 равноудаленных друг от друга точек, на которых производились следующие измерения (всего было проведено 630 замеров параметров микроклимата): температура воздуха (ТВ, град. С°), относительная влажность воздуха (ОВВ, %), скорость ветра (СВ, м/с) на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м и 2 м при помощи измерителя параметров микроклимата «Метеоскоп-М».

На вершине дюны средние значения СВ увеличиваются с высотой наблюдений наиболее резко – с 2,9 м/с на высоте 0,5 м до 4,6 м/с на высоте 2 м, на подветренной и наветренной сторонах менее существенно – с 1,6 м/с до 2,0 м/с и с 1,5 м/с до 1,9 м/с соответственно). Достоверная положительная корреляционная взаимосвязь СВ от высоты отмечена на вершине дюны и на наветренной стороне, в «затишье», на подветренной стороне, взаимосвязь СВ с увеличением высот не установлена.

Анализ динамики изменений ТВ с увеличением высоты измерений на наветренной стороне, на вершине дюны и на подветренной стороне показал, что с удалением от поверхности ТВ в всех случаях достоверно снижается ($R^2=0,90$, $R^2=0,78$ и $R^2=0,96$ соответственно). Влияние степени прогревания поверхности на высоте 2 метра нивелируется ветровыми протоками воздуха. Зависимость приземной ТВ от температуры поверхности в порядке убывания может быть следующая: подветренная сторона – вершина дюны – наветренная сторона.

На вершине дюны и на подветренной стороне отмечается достоверное снижение значений ОВВ с высотой измерений ($R^2 =0,92$ и $R^2 =0,74$ соответственно). Наиболее выражена эта зависимость на вершине дюны. На наветренной стороне ОВВ на высотах измерений практически не меняется ($R^2 =0,11$). Отмечается достоверная отрицательная зависимость значений ОВВ от СВ и ТВ.

Оценивая совокупность полученных корреляционных взаимосвязей микроклиматических параметров установлено, что на подветренной стороне дюны складываются наиболее благоприятные для растений условия в приземном слое воздуха – ОВВ в двухметровом слое максимальна (71,5 % на уровне 0,5 м до 70,2 % на уровне 2 м), достоверно положительно связана с ТВ и не зависит от СВ. Влажность воздуха в приземном слое воздуха формируется за счет испарения влаги с поверхности песка и при транспирации растениями. На подветренной стороне дюны растительный покров наиболее разнообразен, здесь формируется овсяницево-вейниковый фитоценоз (13 видов высших растений, общее проективное покрытие достигает 25 %). Видовая насыщенность до 8 видов

на 25 м². На наветренной стороне дюны растительность полностью отсутствует.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Правительства ЯНАО (договор № 19-45-890008\19).

ИСПАРЕНИЕ С ЕСТЕСТВЕННОГО ТРАВЯНОГО ПОКРОВА: ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ И МОДЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ

Сперанская Н.А.,

*ведущий научный сотрудник, Государственный гидрологический институт,
Санкт-Петербург, Россия.*

Лемешко Н.А.,

*доцент, Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

испарение, данные наблюдений, модельные оценки

Для территории Европейской части России (ЕЧР) проведено сравнение модельных оценок величины испарения с естественного травяного покрова за теплый период года с данными натурных наблюдений на специализированной сети испарительных станций Ростидромета. Для сравнения использовались сезонные суммы испарения за теплый период года (май-сентябрь).

Модельные оценки величины испарения были получены из доступных в Интернете моделей международного проекта CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) по взаимосравнению моделей общей циркуляции (МОЦАО). Всего было отобрано 28 моделей, позволяющих в явном виде получить величину испарения с поверхности почвы.

В качестве данных натурных наблюдений использована информация для 47 почвенноиспарительных станций для всего доступного периода 1960-1986 годы. Дополнительно использовались данные о сумме осадков и температуре воздуха для станций, приведенных на сайте ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД"

На основе сравнения модельных оценок температуры воздуха и осадков с данными натурных наблюдений сформированы три ансамбля МОЦАО с разной степенью достоверности воспроизведения распределения осадков на ЕЧР: "хорошие", "удовлетворительные" и "плохие" модели.

Согласно данным натурных наблюдений величина испарения с поверхности почвы уменьшается с 340-360 мм на северо-западе до 150-160 мм на юго-востоке в зоне полупустынь. Такое распределение величины испарения за теплый период (май-сентябрь) отражает режим увлажненности территории и ее термические ресурсы. Ансамбль "плохих" моделей позволил получить наиболее близкое к реальности распределение испарения по территории. Пространственное распределение величины испарения для "хороших" моделей имеет явно выраженный широтный характер, что отличается от характера изменений наблюдаемого испарения. При этом величина испарения, полученная по

моделям, намного ниже данных реальных наблюдений. Оценки ансамбля «удовлетворительных» моделей мало соответствуют распределению наблюденного испарения. Кроме того, величина испарения для них почти в три раза меньше наблюденных значений.

Анализ временных трендов измеренных значений испарения с поверхности суши показал, что на всей территории Европейской России наблюдается рост испарения с поверхности почвы с 1960 до 1986 год. Ни один из ансамблей моделей не воспроизводит временные изменения испарения с травяного покрова. При этом в северных регионах «лучшие» и «удовлетворительные» модели хотя бы отчасти воспроизводят положительный тренд испарения, в южных районах ЕТР даже знак тренда модельных оценок не соответствует реальным оценкам.

Выражаем благодарность Георгиевскому М.В. и Голованову О.Ф. за выполненные расчеты.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-05-00803 А.

ВКЛАД БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ РОССИИ В СМЯГЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА. ДИНАМИКА ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ

Филипчук А.Н.,

*Зам. директора по научной работе,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и
механизации лесного хозяйства, (ФБУ ВНИИЛМ),
г. Пушкино, Московская область, Россия.*

Мартынюк А.А.,

*директор, Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства, (ФБУ ВНИИЛМ),
г. Пушкино, Московская область, Россия*

Мальшева Н.В.,

*зам. зав. отделом аналитических исследований,
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и
механизации лесного хозяйства, (ФБУ ВНИИЛМ),
г. Пушкино, Московская область, Россия.*

Ключевые слова:

бореальные леса, запас углерода, поглощение углерода лесами, эмиссии углерода, баланс углерода

Бореальные леса с характерным преобладанием хвойных пород произрастают в субарктическом и умеренном климатических поясах Северного полушария. Составляя 90% площади лесов России (790 млн га), бореальные леса определяют временную и пространственную динамику поглощения и эмиссий углекислого газа в секторе землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства.

В рамках международного проекта «Бореальные леса – вызовы и возможности для смягчения изменения климата» проведена оценка поглощения, эмиссий и баланса углерода для бореальных лесов России. К бореальным отнесены леса зоны притундровых лесов и редкостойной тайги, таежной зоны, Южно-Сибирской горной зоны в соответствии с отраслевым лесорастительным районированием.

В экспериментальных расчетах использованы данные государственного учета лесного фонда/государственного лесного реестра и официальной статистической отчетности Рослесхоза за 1988-2016 гг. Минимальная пространственная единица в расчетах запасов и поглощения углерода лесами – лесхоз/лесничество в составе субъекта, в расчетах эмиссий и баланса углерода – субъект Российской Федерации. В рамках исследования выполнена оценка:

- запаса углерода в биомассе по пулам: фитомасса (надземная и подземная), древесный детрит (сухостой, валежник), лесная подстилка;
- годичной абсорбции углерода (NEP – чистая экосистемная продукция) пулами фитомассы, древесного детрита, лесной подстилки;
- потерь углерода по пулам: фитомасса, древесный детрит, лесная подстилка;
- баланса углерода (NBP – чистая биомная продукция) в фитомассе, древесном детрите, лесной подстилке.

Общие запасы углерода в биомассе бореальных лесов России оценены в размере порядка 43-45 Гт С. С 1988 г. наблюдается рост годичной абсорбции углерода от 485,8 Мт С год⁻¹ до 531,4 Мт С год⁻¹.

Динамический ряд данных, характеризующих потери углерода в биомассе лесов, начинается с 2003 г. За период с 2003 по 2016 гг. поглощение углерода превышало эмиссии в результате рубки насаждений, лесных пожаров и других факторов, т.е. наблюдалось нетто-поглощение (сток) и положительный баланс.

В среднем годичное поглощение углерода биомассой бореальных лесов составило 528,7 Мт С год⁻¹, потери – 61,2 Мт С год⁻¹ и нетто-поглощение – 467,5 Мт С год⁻¹.

Пул фитомассы обеспечивал 73% общего нетто-поглощения (стока), в среднем – 339,1 Мт С год⁻¹.

На долю пула древесного детрита и подстилки приходится 27% стока (пополнения, годичного прироста), в среднем – 128,4 Мт С год⁻¹.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОКЛИМАТА ЛИСТВЕННИЧНЫХ РЕДКОЛЕСИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОСКОПА – М

Франк К.А.,

*Магистрант Тюменского государственного университета,
г. Тюмень, Россия.*

Соромотин А.В.,

*профессор Тюменского государственного университета,
г. Тюмень, Россия.*

Ключевые слова: микроклимат, Метеоскоп-М, скорость ветра, относительная влажность, температура воздуха, лиственничные редколесья, Западная Сибирь

Приведены результаты микроклиматических наблюдений в зоне лесотундры Западной Сибири с использованием Метеоскопа-М на двух участках с однотипной (однородной) подстилающей поверхностью на уровне мезорельефа размером 300х50 м: бывшей взлётно-посадочной полосе, поросшей лиственнично-березовым молодняком ("взлетная полоса") и вырубке с лишайниковым покровом ("зона вырубki").

Для организации наблюдений на каждом участке были выделены на местности по восемь учетных площадок. Микроклиматические изменения проводились 14.08.2019 и 15.08.2019 методом трансект "взлетная полоса" – "зона вырубki" с минимальными временными различиями между зонами.

При помощи измерителя параметров микроклимата «Метеоскоп-М» определялась температура воздуха (ТВ, град. С^о), относительная влажность воздуха (ОВВ, %), скорость ветра (СВ, м/с) на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м и 2,0 м [1].

Анализ температурного режима приземного слоя воздуха на исследуемых участках показал наибольшие отклонения средних значений и медиан ТВ 15 августа. ТВ в "зоне вырубki" до высоты 1,5 м в среднем оказалась выше. На высоте 2,0 м более высокие значения температуры отмечены в зоне "взлётная полоса".

На участке "взлетная полоса» медианы статистических показателей ОВВ на высотах от 0,5 м до 1,5 м принимают значения выше средних арифметических, и превышают значения влажности для "зоны вырубki". Максимальные значения ОВВ отмечены на "взлетной полосе", что может объясняться минимальными скоростями ветра в этой зоне и сформировавшейся густой древесной растительностью с высокой транспирационной активностью по сравнению с лишайниковым покровом "зоны вырубki" [2].

Средние значения СВ в "зоне вырубki" в период наблюдений на всех высотах превышают значения средних скоростей на "взлетной полосе". Максимальные значения всех статистических показателей СВ зафиксированы 15 августа на высоте 2,0 м от поверхности в "зоне вырубki"- до 6,0 м/с. Можно отметить значительно меньшие значения СВ

на участке "взлетной полосы", где сформировался молодой лиственнично-березовый лес (до 2,1 м/с 14 августа и до 1,1 м/с 15 августа).

Проведенные микроклиматические исследования показали, что на участке, поросшем молодым лиственничником, где относительно влажно и безветренно, сформировались особые микроклиматические условия, отличающиеся от "взлётной полосы", где сухо, жарко и ветрено, и в большей степени зависящие от характера подстилающей поверхности.

Список литературы

1. Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп М-». [Электронный ресурс] – <http://www.gidrometpribors.ru/tech/meteoskop-m-re-mp.pdf> [дата обращения 15.01.2020].

2. Несмелова Е.И., Филиппова М.Г. Микроклиматология: Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2006 г. 186 с.

ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ НАД МОРСКИМ ЛЬДОМ ВО ВРЕМЯ ПОЛЯРНОЙ НОЧИ В АРКТИКЕ: АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Чечин Д.Г.,

*Московский физико-технический институт,
г. Долгопрудный, Россия.*

*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
г. Москва, Россия.*

Махотина И.А.,

Макишас А.П.,

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия.

Ключевые слова:

атмосферный пограничный слой, морской лед, Арктика, тепловой баланс

Представлена аналитическая модель теплового баланса атмосферного пограничного слоя, совмещенного с моделью морского льда и снега, описывающая термический режим этой системы во время полярной ночи.

В отличие от предыдущей версии модели [1], которая учитывала наличие разводей и изменчивость скорости ветра, настоящая версия учитывает также наличие/отсутствие облачности. Более того, в модели учитывается влияние стратификации приземного слоя на коэффициент турбулентного обмена. Прежде всего аналитические решения демонстрируют отепляющее влияние разводей и облачности на атмосферный пограничный слой. При этом уменьшение сплоченности морского льда приводит к увеличению устойчивости над морским льдом, особенно при уменьшении скорости ветра, что может приводить к

ослаблению турбулентного обмена и росту разности температур между воздухом и поверхностью льда.

Модель демонстрирует сильное влияние скорости ветра на термические режим и компоненты теплового баланса на поверхности морского льда при ясном небе. При этом, выделяются два режима: 1) режим слабого ветра и сильной устойчивости; 2) режим сильного ветра и слабой устойчивости.

Для режима сильной устойчивости характерны большие разности температур между воздухом и поверхностью, а также уменьшение температуры воздуха при росте скорости ветра. Температура воздуха достигает наименьших значений при скорости ветра порядка 2-4 м/с. В режиме слабой устойчивости температура воздуха растет со скоростью ветра, что объясняется как увеличением потока тепла с разводий, так и увеличением времени выхолаживания, что в первую очередь связано с зависимостью высоты атмосферного пограничного слоя от скорости ветра.

Аналитические решения демонстрируют хорошее согласие с данными наблюдений на дрейфующих станциях «Северный Полюс — 35, 37 и 39», а также данными станции SHEBA. Модель может быть использована для интерпретации данных наблюдений, а также в качестве диагностической процедуры при анализе результатов численного моделирования.

Работа выполнена за счет гранта РФФИ № 18-77-10072.

Список литературы

1. Chechin D.G., Makhotina I.A., Lüpkes C., Makshtas A.P. Effect of Wind Speed and Leads on Clear-Sky Cooling over Arctic Sea Ice during Polar Night // *J. Atmos. Sci.* – 2019. – №76. – С. 2481–2503.

ХОЛОДНЫЕ ВТОРЖЕНИЯ НАД БАРЕНЦЕВЫМ МОРЕМ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ МАСС И ЭНЕРГООБМЕН АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА

Чечин Д.Г.,

Московский физико-технический институт,

г. Долгопрудный, Россия.

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,

г. Москва, Россия

Махотина И.А.,

Махитас А.П.,

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия.

Ключевые слова:

холодные вторжения, Баренцево море, Арктика, трансформация воздушных масс

Холодные вторжения представляют собой натекание холодной и сухой воздушной массы на свободную ото льда поверхность океана и являются одним из типичных метеорологических режимов над Баренцевым морем в холодное время года.

В настоящей работе приводятся оценки повторяемости интенсивных холодных вторжений над Баренцевым морем и демонстрируется ее сильная межгодовая изменчивость. Показано, что межгодовая изменчивость потерь тепла со свободной ото льда поверхности Баренцева моря в зимний период связана именно с повторяемостью холодных вторжений, что имеет значение для трансформации водных масс.

Основной вклад в потерю тепла с поверхности моря вносит поток явного тепла, меньший вклад – поток скрытого тепла, а также эффективное длинноволновое излучение, которое не смотря на формирование облачности нижнего яруса над водой, достигает во время холодных вторжений существенных величин. Это связано как с низкой температурой нижней границы облаков, так и уменьшением балла облачности по мере роста конвективного пограничного слоя над морем.

Турбулентный поток явного тепла максимален вблизи кромки льда и убывает с удалением от нее по мере трансформации воздушной массы, которая заключается в росте, прогреве и увлажнении атмосферного пограничного слоя.

Для описания трансформации воздушной массы используется простая модель перемешанного слоя [1], дополненная в настоящей работе уравнением для полной удельной влажности, которая представляет собой сумму удельной влажности и водности облаков. Модель позволяет оценить характерный горизонтальный масштаб трансформации холодной воздушной массы, а также вклад различных процессов в бюджет тепла и влаги атмосферного пограничного слоя.

Результаты простой модели сравниваются с результатами более сложных и полных моделей и самолетными наблюдениями и данными радиозондирования. Работа выполнена при поддержке грантов РНФ №18-77-10072, РФФИ №18-05-60083 и №18-05-60065.

Список литературы

1. Chechin D.G., Lüpkes C. Boundary-layer development and low-level baroclinicity during high-latitude cold-air outbreaks // *Boundary-layer meteorol.* – 2017. – №162. – С. 91-116.

О РОЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В СОХРАНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ И КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ ООО «СИБУР-ТОБОЛЬСК»

Шешукова Л.А.,

Руководитель направления охраны окружающей среды ООО «ЗапСибНефтехим», ООО «Сибур-Тобольск», г. Тобольск, Россия.

Мирюгина Т.А.,

доцент, Тюменского государственного университета, г. Тюмень, Россия.

Садыкова Э.Ф.,

доцент, Тюменского государственного университета, г. Тюмень, Россия.

Ключевые слова:

переработка попутного нефтяного газа, лесовосстановление, парниковый эффект, климат, Тобольские предприятия СИБУРа.

Россия является мировым «лидером» по факельному сжиганию попутного нефтяного газа (ПНГ) [1], что приводит не только к потерям невозобновляемых природных энергоресурсов, но и ведет к необратимым экологическим последствиям, влияющим на состав атмосферы за счет увеличения концентрации парниковых газов.

Компания СИБУР благодаря глубокой переработке ПНГ, предоставляет российской нефтяной отрасли не только экономически выгодное, но и уникальное экологическое решение проблемы сжигания ПНГ в соответствии с требованиями законодательства. Благодаря чему достигается цель сохранения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Перерабатывая побочные продукты добычи нефти и газа СИБУР вносит вклад в снижение выбросов CO₂ от их сжигания. Так, за 2018 год предприятиями компании СИБУР переработано 22,3 млрд. м³ ПНГ, и тем самым предотвращен выброс парниковых газов более чем на 72 млн. тонн, что сопоставимо с годовым объемом выбросов CO₂ средней европейской страны.

В условиях изменения климата значимым фактором является обезлесения и деградации лесов. Комплекс мер по совершенствованию регулирования выбросов парниковых газов включает в себя мероприятия, направленные на повышение роли сохранения лесов, устойчивого управления лесными ресурсами и увеличение накопления углерода в лесах.

В связи с чем, еще одним значимым направлением деятельности предприятия по сокращению углеродного следа, является проведение мероприятий по улучшению качества природной среды путем реализации Комплексной программы по восстановлению леса. Так, в период с 2012 по 2019 гг. компанией высажено более 2 547 800 сеянцев хвойных деревьев на территории города Тобольска, Тобольского, Вагайского, Ялуторовского и Тюменского районах, общей площадью 565,9 га. Реализация мероприятий по лесовосстановлению способствует увеличению поглощения CO₂ на 2 828 тонн в год.

Признавая высокую важность вопросов изменения климата и осознавая свой вклад в глобальные процессы, Тобольские предприятия СИБУРа стремятся к максимальному сокращению выбросов парниковых газов от производства путем повышения энергоэффективности, реализации комплексных экологических программ, развития и внедрения низкоуглеводных технологий, чем вносят существенный вклад в сбережение природных ресурсов и сохранение экологического равновесия и климата.

Список литературы

1. Кирюшин П. А., Книжников А. Ю., Кочи К. В., Пузанова Т. А., Уваров С. А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. – 88 с.

ДИНАМИКА СТОКА МАЛЫХ РЕК С ОСУШЕННЫМ ВОДОСБОРОМ

*Шурыгин С.Г.,
доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет
им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия.*

Ключевые слова:

слой стока, осадки, питание рек, расход воды.

Сток является одной из главных составляющих частей водного баланса. Исследования влияния осушения лесных земель на речной сток] показывают о выравнивании внутригодового распределения стока, увеличение летнего стока и об улучшении питания малых рек в меженный период. В условиях изменения климата и полноводности рек, важно изучать сток малых лесных рек, так как они влияют на полноводность больших судоходных рек нашей страны.

Исследования проводились по стандартным методикам круглогодично на водосборе реки Лустовки в Ленинградской области на гидрометеорологическом посту «Малиновского стационара». Водосборная площадь реки до поста 21000 га, около 20 % площади занимают осушенные покрытые лесом верховые и переходные болота, ширина реки 2-7 м, длинна реки около 25 км. Данная река имеет преимущественно атмосферное водное питание, а значит, отличается изменчивостью во времени и сток главным образом зависит от климатических факторов. Лустовка вытекает из Кауштинского болота и впадает в реку Тосно, которая является притоком судоходной реки Невы. Наибольший сток воды наблюдается в период весеннего половодья в марте – апреле за этот период стекает от 35 мм в маловодный год до 194 мм влаги в многоводный гидрологический год. Максимальный суточный модуль стока в период

половодья достигал 0,4303 л/с га и 0,6682 л/с га в маловодный и многоводный годы соответственно. Максимальный суточный расход воды достигал 14,21 м³/с.

В период весны, начала лета и осени отмечаются резкие увеличения модулей стока, что вызвано выпадением интенсивных ливневых осадков. Увеличение модулей стока в период зимы наблюдалось в связи с оттепелями.

В течение периода вегетации по реке Лустовке наблюдается стабильный сток воды. В среднем за годы исследований на вегетационный период приходится 21,7 % годового стока – около 51 мм. Осенний слой стока, в зависимости от количества выпадающих осадков, может составлять от 4,4 мм – 4 % годового стока, до 46,4 мм – 12,8 % стока за год. В среднем на осенний период приходится 10,7 % годового стока – 25,4 мм. В зимний период, когда установилась постоянная морозная погода, наблюдается устойчивый сток, в этот период вода поступает в реку преимущественно за счет почвенно-грунтового стока. В такую зиму слой стока составил 4,6 мм или 4,2 % годового стока.

В зимы с частыми оттепелями и относительно теплой погодой сток очень изменчив, так как вода поступает в реку как почвенно-грунтовым стоком, так и поверхностным за счет таяния снега. В такие теплые зимы сток по малым рекам очень велик и может достигать 86,7 мм – 23,8 % годового стока.

В среднем за период исследований внутригодовое распределение стока было следующим: на весенний сток приходится 114,6 мм – 48,3 % годового стока; на период вегетации 51,4 мм – 21,7 %; на осенний сток 25,4 мм – 10,7 %; зимний сток составил 45,6 мм – 19,3 % от стока за год.

Коэффициент стока (отношение стока к осадкам) за гидрологический год составил 0,56 в многоводный год и 0,22 в маловодный, в среднем за период исследований он был равен 0,42. Проведенные исследования показали, что на сток воды малых рек в среднем расходуется 42 % осадков, изменяясь от 22 % до 56 % в зависимости от количества выпадающих жидких и твердых осадков.

Для увеличения полноводности судоходных крупных рек в меженный период нужно следить за стоком и малых рек. Необходимо расчищать их русло, увеличивать лесистость водосбора, осушать болота на водосборе, так как лес переводит поверхностный сток во внутрипочвенный, а осушение болот приводит к равномерности годового стока.

ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ АБХАЗИИ ЗА ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

*Экба Я.А.,
профессор Абхазского государственного университета, академик АНА,
г. Сухум, Абхазия.*

*Ахсалба А.К.,
доцент Абхазского государственного университета,
с.н.с. Института экологии АНА,
г. Сухум, Абхазия.*

*Хинтуба Л.В.,
аспирантка Института экологии Академии наук Абхазии,
г. Сухум, Абхазия.*

Ключевые слова:

изменчивость климата, потепление, температура, влажность

В Абхазии систематические наблюдения на гидрометеорологической сети были начаты в 1904 году. За время наблюдений можно отметить два периода: первый, с общим понижением температуры атмосферного воздуха с 1904 по 1993 годы и, второй, период с резким потеплением с 1994 по 2019 годы.

Рост темпов потепления климата в Абхазии с 1994 года сопровождался быстрым увеличением межгодовой изменчивости. Для распределения зимних температур большое значение приобретают местные факторы. Защищенность территории хребтами от вторжения холодных воздушных масс, влияние теплого Черного моря, широкое развитие фёновых ветров повышают их температуру зимой [29-31].

В Абхазии систематические наблюдения на гидрометеорологической сети были начаты в 1904 году. За время наблюдений с 1999 по 2019 год можно отметить два периода: первое общее повышение температуры атмосферного воздуха с 1999 по 2010 годы, когда среднегодовая температура достигла максимума (18,4°C). После чего под воздействием извержения мощного вулкана Эйяфьятлайокудль (Исландия, 14-19.04.2010) температура ПСВ в следующем 2011 году понизилась на 3,8°C и составила 14,6°C.

После 2011 года температура ПСВ снова стала возрастать, достигнув максимального значения (16,9°C) в 2018 году. Самая высокая среднегодовая температура (18⁰,4) в Абхазии наблюдалась в 2010 году.

В отличие от глобальной ситуации, среднегодовой тренд температуры в прибрежной зоне Абхазии в существенной мере формируется не за счёт повышения зимних температур, а за счёт повышения летних и осенних температур.

Степень насыщенности воздуха влагой является одним из расчетных параметров эффективной температуры и потому приобретает большое значение при оценке комплексного воздействия климата на организм человека. По мере

повышения температуры абсолютная влажность увеличивается, достигая максимума в июле-августе.

Исходя из наличия тесной связи между среднегодовыми температурами и среднегодовыми значениями абсолютной влажности, статистически установленными в работе [3], можно полагать, что водяной пар является основным фактором ответственным за изменение температуры приземного слоя воздуха. А систематическое понижение относительной влажности будет затруднять интенсивность конденсационных процессов, что приведёт в ближайшей перспективе к снижению количества атмосферных осадков, особенно в зимний период, что и наблюдается на территории Абхазии начиная с 2016 года.

Список литературы

1. Экба Я.А., Дбар Р.С., Ахсалба А.К. Тенденции изменения климата Юго-Западного Кавказа в XX-ом столетии. Тр. междунар. конф. "Биосфера и человек", Майкоп, 2003, – С. 38-41.

2. Экба Я.А, Ахсалба А.К. Современные изменения приземной температуры воздуха и режима атмосферных осадков в прибрежной зоне Абхазии. Доклады Адыгской (черкесской) Международной академии наук. Нальчик. 2011, том 13, №2, С.105-111.

3. Экба Я.А, Ахсалба А.К. Физическая экология атмосферы. Сухум-Краснодар, 2018, -431 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Янина Т.А.,

заведующий лабораторией, профессор, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Болиховская Н.С.,

ведущий научный сотрудник, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Сорокин В.М.,

профессор, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Ключевые слова:

Северный Каспий, материалы бурения, комплексный палеогеографический анализ, палеорекострукции

Эволюция природной среды и ее отдельных компонентов в Северном Каспии в условиях климатических изменений рассмотрена для последнего климатического макроцикла (морские изотопные стадии, МИС, 5–2), являющегося ярким примером разномасштабных и разнознаковых изменений

климата. Изучено строение осадочной толщи Северного Каспия на основе исследования двухчастотных сейсмоакустических профилей и керна скважин и колонок литологическим, фаунистическим, палинологическим и геохронологическим методами.

В толще верхнеплейстоценовых отложений Северного Каспия зафиксированы трансгрессивно-регрессивные события бассейна, позволяющие достаточно полно реконструировать историю развития Каспия и выявить ее связь с глобальными изменениями климата. На климатические события первой половины позднего плейстоцена, МИС 5, Каспий отреагировал развитием двух теплопроводных трансгрессивных бассейнов – позднехазарского и гирканского. Климатические условия эпохи гирканской трансгрессии, хотя и были прохладными по сравнению с позднехазарской, отвечали межледниковым.

Это заключение в дискуссионном вопросе об эемском межледниковье позволяет нам поддержать точку зрения исследователей о продолжительной и неоднородной по своей структуре межледниковой эпохе («Eemian sensu lato»). По мере приближения к максимуму ледниковой (калининской) стадии МИС 4 в условиях холодного сухого климата гирканский бассейн регрессировал. Стадии МИС 4 и начальным фазам межстадиального потепления МИС 3 в Каспии отвечала ательская регрессия. Развитие глобального межстадиального потепления, приведшее к увеличению приходной составляющей водного баланса Каспия за счет значительного усиления стока с водосборного бассейна, отразилось поднятием уровня ательского озера и развитием первой стадии хвалынской трансгрессии. Трансгрессивный ход уровня был прерван (эльтонская регрессия) в эпоху максимального похолодания и иссушения ледниковой (осташковской) стадии МИС 2. В эпоху деградации оледенения развитие хвалынской трансгрессии возобновилось.

Яркие климатические события позднеледниковья – фазы потепления беллинг и аллеред, вызвавшие активное таяние покровного оледенения и широко развитой в Волжском бассейне многолетней мерзлоты, нашли отклик в развитии трансгрессивной стадии хвалынского бассейна. В волжской эстуарии которого, а также в понижениях дохвалынского рельефа в Северном Каспии шло накопление толщи «шоколадных» глин.

Фазы значительного похолодания – древний, средний и молодой дриас, характеризовавшиеся уменьшением объема стока с водосборной территории Каспия, отразились регрессивными стадиями в истории хвалынского бассейна. Наиболее значительная из них отвечала эпохе Younger Dryas.

Свое завершение хвалынская трансгрессия получила в фазу первого резкого потепления климата (вызвавшего подъем уровня Каспия), по которому проводится граница плейстоцен/голоцен.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (16-17-10103).

СОДЕРЖАНИЕ

Информация о Михаиле Ивановиче Будыко	3
Голицын Г.С. Приветственное слово участникам конференции «Экология и климат», посвященной столетию со дня рождения Михаила Ивановича Будыко	6
Абдуллина Л.Р. Обзор и анализ существующих методик расчета углеродного следа. Расчет углеродного следа на примере кампусов РУДН	7
Александрова К.А., Бегишева К.В. М.И.Будыко: от научного предвидения до практических результатов	8
Алиева Э., Керимова Н. Изменения климата и уровня моря в олигоцене-миоцене Южно-Каспийского бассейна: интегрирование литофациального и диатомового анализов	9
Андреева И.В. Влияние климатических факторов на изменение фитопланктонного сообщества Чудско-Псковского озера	11
Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Пташник И.В. Многолетняя динамика концентрации парниковых газов над территорией Западной Сибири	12
Афонин А.Н., Милютин Е.А. Методика составления карт сумм эффективных температур (СЭТ) по картам среднемесячных температур и использование их для решения биоклиматических задач	14
Бабкин А.В., Бабкин В.И. Автокорреляционное моделирование и прогнозирование ряда годовых значений стока р. Нева	15
Байкова И.М. Использование научного наследия М.И. Будыко для экологизации образовательной системы	16
Банщикова Л.С., Сумачев А.Э. Многолетняя изменчивость температуры воздуха холодного периода на Кольском полуострове	17
Белан Б.Д., Пташник И.В. Распределенная система регионального комплексного мониторинга крупных промышленных объектов и природных территорий Сибири и Российской Арктики	18
Бойко А.А., Деркач Е.С. Некоторые черты пространственно-временной динамики летнего термического режима почв юга Красноярского края	20

Болиховская Н.С.	Климато-фитоценоотические сукцессии неоплейстоцена как основа исследований закономерностей развития природной среды и прогноза её изменений в будущем	21
Вахнина И.Л., Носкова Е.В., Мыглан В.С.	Изменения климатических условий в лесостепной и степной зонах Восточного Забайкалья по метеорологическим и дендрохронологическим данным	22
Вербицкая З.В., Медведев М.А., Котельникова М.С.	Анализ изменчивости ледового режима Амурского лимана	24
Груздев А.Н., Исаков А.А., Елохов А.С.	Долговременные изменения содержания субмикронного аэрозоля и двуокиси азота в приземном слое атмосферы на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН	25
Груздев А.Н., Елохов А.С.	Многолетние тренды и межгодовые вариации содержания NO ₂ в стратосфере по измерениям на Звенигородской научной станции Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН	27
Девятков В.С., Гайдукова Е.В., Баймаганбетов А.Е.	Оценка гидрологических последствий изменения климата для годового стока Республики Карелия	28
Дроздов В.В.	Климатические факторы обеспечения экологической безопасности внутренних морей Европы	29
Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Лемешко Н.А.	Неопределенность оценки ветроэнергетического потенциала Крыма вследствие климатических изменений ветрового режима	31
Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Лемешко Н.А.	Опасные метеорологические явления в Крымском регионе в современный климатический период	32
Завалишин Н.Н.	Межгодовые аномалии радиационного баланса Земли	33
Зинченко А.В.	Использование модели минерализации и гумификации органических веществ в почве болот для инвентаризации эмиссии парниковых газов в атмосферу	35

Иванов Б.В., Демин В.И., Священников П.Н.	Сравнительные особенности потепления 1920-1940 гг. и современного потепления в Арктике на примере архипелага Шпицберген	36
Исаков А.А., Аникин П.П., Тихонов А.В.	О вариациях массовой концентрации приземного аэрозоля в 2014-2018гг в Подмоскowie	37
Калинин П.И., Трифонов В.А., Шишлина Н.И.	Влияние климатических изменений на эволюцию ландшафтов предгорий Северо-западного Кавказа в голоцене	39
Кейн О.П., Климова И.В.	Необходимость мониторинга состояния лесных экосистем как климатоформирующего фактора	40
Клименко Д.Е.	Применимость распределения Фреше в оценках суточных максимумов дождевых осадков Урала . . .	41
Козлов С.И.	Активные воздействия на верхние геосферы: экология и климат	43
Козырева Л.В., Доброхотов А.В.	Эвапотранспирация агрометеорологический показатель продуктивности сельскохозяйственных культур	44
Кононова Н.К.	Глобальная циркуляция атмосферы и глобальное потепление	45
Коронкевич Н.И., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Барбанова Е.А.	О вкладе климатических и антропогенных факторов в гидрологические изменения	47
Костарев С.В., Священников П.Н.	Комплексный прогноз температуры воздуха в Пермском крае с использованием глобальных моделей атмосферы	48
Кострыкин С.В., Гинзбург В.А., Ревокатова А.П.	Оценка влияния размеров аэрозольных частиц на эффективность геоинженерного метода стратосферных сульфатных аэрозолей	50
Кудреватых И.Ю., Калинин П.И., Алексеев А.О.	Варьирование климатических параметров и круговорот элементов в системе «растение-почва» .	51
Кузьмина А.А., Семенова Н.Н.	Глобальные и региональные экологические проблемы Балтийского моря	53
Куркин А.А., Куркина О.Е., Рувинская Е.А.	Экологические аспекты динамики внутренних волн в Балтийском море	54

Лапенис А.Г.	Климатолог Михаил Иванович Будыко: жизнь и открытия	55
Лемешко Н.А., Евстигнеев В.П., Русаков А.В., Симонова Ю.В.	Разработка методологии исследования отклика почв на внутривековые изменения климата	57
Лемешко Н.А., Евстигнеев В.П., Сперанская Н.А.	Два метода М.И. Будыко – теплового баланса и палеоклиматических сценариев – как основа прогноза климата будущего	58
Максютова Е.В., Башалханова Л.Б.	Развитие идей М.И. Будыко в географических исследованиях Сибири	59
Наурызбаева Ж.К., Лобанов В.А.	Региональные особенности формирования температурного фона и ледового режима Прикаспия	61
Носкова Е.В., Обязов В.А.	Долгосрочные изменения температуры воздуха в степной и лесостепной зонах юга Сибири	62
Ольчев А.В. , Гущина Д.Ю., Кноль А.	Изменение потоков H ₂ O и CO ₂ во влажных тропических лесах Индонезии под влиянием явления Эль-Ниньо – Южное колебание	64
Ольчев А.В. , Никитин М.А., Розинкина И.А.	Влияние обезлесения и облесения центральных районов Восточно-Европейской равнины на региональные погодные условия	65
Онучин А.А., Буренина Т.А., Прысов Д.А.	Зонально-климатические особенности формирования стока рек Средней Сибири	67
Осипова Н.А. , Быков А.А. , Языков Е.Г.	Моделирование экологических рисков для населения Южного Кузбасса с учетом метеорологических условий	68
Павлов М.И., Казаков Д.А.	Усовершенствование контактного метода оценки вертикальных потоков импульса тепла и вещества в стратифицированных бассейнах	69
Павлюк Я.В., Родионова М.Е., Шайдурова А.В.	Воздействие климатических факторов на густоту речной сети	71
Пастухов А.В., Каверин Д.А.	Бугристые мерзлотные торфяники на южном пределе восточно-европейской криолитозон	72
Переведенцев Ю.П., Гурьянов В.В., Шанталинский К.М.	Современные климатические изменения в тропосфере, стратосфере и мезосфере Земли и их региональные проявления	73

Перервенко О.В., Кашутин А.Н., Егорова Е.В.	К вопросу изученности климатической и антропогенной контаминации Авачинской губы (юго-восточная Камчатка)	74
Романовская А.А., Коротков В.Н., Полумиева П.Д., Трунов А.А., Вертянкина В.Ю.	Потенциал митигации изменений климата в земельном секторе России	76
Саблина О.М., Нарожняя А.Г.	Оценка изменения состояния объектов агролесомелиорации на фоне климатических изменений на территории Белгородской области . . .	77
Савенко В.С.	Биогеохимическая эволюция биосферы	78
Сальман Р.	Историко-методический анализ современных знаний об изменениях глобального климата	80
Серых И.В., Сонечкин Д.М.	Преодоление весеннего предела предсказуемости Эль-Ниньо на основе Глобальной атмосферной осцилляции	81
Сидорова М.В., Кашутина Е.А.	Оценка изменения влагообеспеченности Европейской территории России в XXI в. под влиянием климатических изменений	82
Сизых М.А.	Современное состояние и тенденции изменения климата на территории юга Восточной Сибири	83
Симонова Ю.В., Русаков А.В., Лемешко Н.А.	Проблема прогноза эволюции постагрогенных почв и оценки их агропроизводственного потенциала в ответ на современные климатические тенденции (на примере Ярославской области)	85
Смахтин В.К.	Многолетние изменения температуры и относительной влажности воздуха и их влияние на высоту снежного покрова и продолжительность его залегания в Свердловской области	86
Соромотин А.В., Сизов О.С., Лоботросова С. А.	Микроклиматические особенности мезорельефа естественного песчаного массива (северная тайга Западной Сибири)	87
Сперанская Н.А., Лемешко Н.А.	Испарение с естественного травяного покрова: данные наблюдений и модельные оценки	89
Филипчук А.Н., Мартынюк А.А., Малышева Н.В.	Вклад бореальных лесов России в смягчение изменений климата. Динамика последних десятилетий	90
Франк К. А., Соромотин А.В.	Особенности микроклимата лиственничных редколесий с использованием Метеоскопа – М	92

Чечин Д.Г., Махотина И.А., Макшта А.П.	Термический режим приземного слоя над морским льдом во время полярной ночи в Арктике: аналитическая модель и данные наблюдений	93
Чечин Д.Г., Махотина И.А., Макштас А.П.	Холодные вторжения над Баренцевым морем: трансформация воздушных масс и энергообмен атмосферы и океана	94
Шешукова Л.А., Мирюгина Т.А., Садыкова Э.Ф.	О роли предприятий переработки попутного нефтяного газа в сохранение экологического равновесия и климата на примере ООО «Сибур-Тобольск»	96
Шурыгин С.Г.	Динамика стока малых рек с осушенной водосборной площадью	97
Экба Я.А., Ахсалба А.К., Хинтуба Л.В.	Динамика температуры и влажности приземного слоя воздуха на территории Абхазии за период глобального потепления	99
Янина Т.А., Болиховская Н.С., Сорокин В.М.	Эволюция природной среды Северного Каспия в условиях изменений климата	100



**Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский институт природопользования, промышленной безопасности и охраны окружающей среды»
(АНО ДПО «ИПК «Прикладная экология»)**

Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Санкт-Петербургский институт природопользования, промышленной безопасности и охраны окружающей среды» (сокращенное наименование – АНО ДПО "ИПК "Прикладная экология") создано 07 февраля 2002 года по инициативе Российской академии наук и Министерства природных ресурсов РФ.

*Дополнительное профессиональное образование
Научно-методическая деятельность
Проектирование в области промышленной и экологической безопасности
Научные исследования, научно-технические и опытно-экспериментальные работы*



191040, Санкт-Петербург, Лиговский пр. дом 52, литер Д
Тел./факс: (812) 575-62-27, 572-40-91
E-mail: vts@ipkecol.ru
www.ipkecol.ru

Экология и климат

Всероссийская научная конференция
с международным участием

**К 100-летию
Михаила Ивановича Будыко**

Тезисы

25–26 февраля 2020 года
Санкт-Петербург

Подписано в печать 11.12.2020 г.
Формат 60x80x16. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 5,8. Тираж 500 шт. Заказ № 28/20

Отпечатано в типографии ИП «Павлушкин»