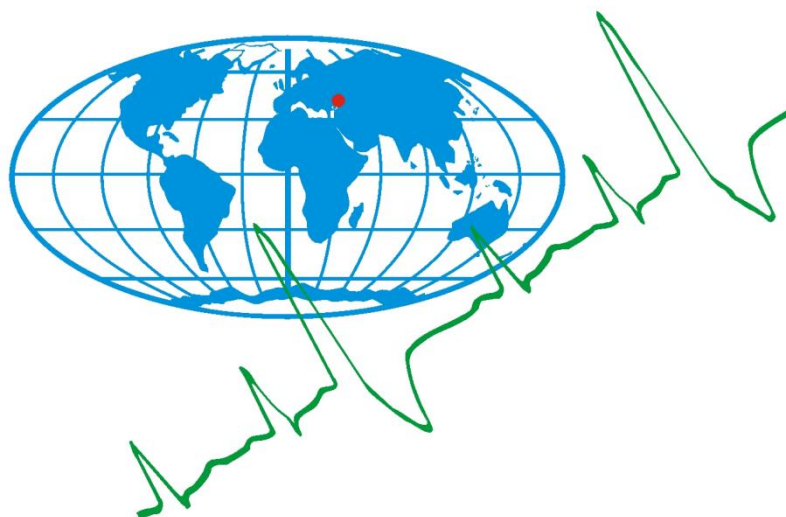


ФГБНУ «Институт природно-технических систем»
Российский фонд фундаментальных исследований
Филиал МГУ им. М. В. Ломоносова в г. Севастополе
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля»
Севастопольское городское отделение ВОО «Русское географическое общество»
ФГБУН «Институт физики атмосферы им А.М. Обухова РАН»
ФГБУН «Институт географии РАН»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-технической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2020»**



Севастополь

09 – 12 ноября 2020 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-технической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2020»**

Севастополь

2020 г.

УДК 55

Системы контроля окружающей среды – 2020 / Тезисы докладов Международной научно-технической конференции. – Севастополь, 09 – 12 ноября 2020 г. – Севастополь: ИП Куликов А.С., 2020. – 84 с.

В сборнике представлены тезисы докладов Международной научно-технической конференции, посвященной обсуждению процессов, определяющих глобальные и региональные климатические аномалии и экологические условия в прошлом, настоящем и будущем; современных технических средств, информационных технологий и математических моделей для прогнозирования широкого спектра природно-техногенных процессов и комплексного научно-методического обеспечения рационального природопользования, безопасности жизнедеятельности и обороноспособности Российской Федерации.

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ,
проект № 20-05-22045.

Редакционная коллегия:

к.ф.-м.н. Бардин М.Ю., д.г.н. Воскресенская Е.Н., к.г.н.
Вышкваркова Е.В., д.т.н. Гайский В.А., к.т.н. Гайский П.В.,
д.т.н. Греков Н.А., к.т.н. Греков А.Н., д.т.н. Кебкал К.Г., к.г.н. Сухонос О.Ю.,
д.т.н. Краснодубец Л.А., к.г.н. Маслова В.Н.,
д.г.н. Полонский А.Б., д.б.н. Романовская А.А., к.т.н. Садаков В.А.,
д.ф.-м.н. Семенов В.А.

Материалы опубликованы с сохранением авторской редакции.

ISBN 978-5-6045094-6-3

©Авторы материалов

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<i>Усс Ю.А., Крашенинников Б.Н., Минлигареев В.Т.</i> Разработка нового типа сенсора для создания высокочувствительных магнитометров	11
<i>Гайский В.А., Гайский П.В.</i> Точность ненадежных систем мониторинга природной среды	12
<i>Гайский П.В., Степанова О.А.</i> Возможность автоматического обнаружения ряда загрязнителей в пресноводной среде с помощью моллюсков <i>Unio Pictorum</i> при использовании биоэлектронных комплексов	13
<i>Дологлонян А.В., Матвеев В.Т.</i> Использование местных климатических ресурсов холода в комбинированных циклах микрогазотурбинных двигателей для распределенной энергетики	14
<i>Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Очеретяный В.А.</i> Переменные режимы работы замкнутых газотурбинных установок в пропульсивных комплексах подводной техники	15
<i>Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Олейник А.Ю.</i> Термодинамические характеристики сложных циклов в ГТД с интегрированным фокусирующим солнечным коллектором	16
<i>Капцова Е.И., Червяков М.Ю.</i> Выявление некоторых случаев внезапных стратосферных потеплений по данным радиозондирования атмосферы и спутникового спектрометра OMI	17
<i>Шорохов С.А., Сенченко М.В.</i> CTD профилографы SEA & SUN TECHNOLOGY для комплексных решений экологического мониторинга. ADCP профилографы NORTEK – конкурентные решения	18
<i>Минлигареев В. Т., Сазонова Т.В.</i> Особенности геофизического обеспечения перспективных магнитометрических автономных навигационных систем	19
<i>Степанова О.А.</i> Возможность использования в качестве биодатчиков культур микроводорослей <i>Tetraselmis Viridis</i> и <i>Phaeodactylum Tricornutum</i>	20
<i>Краснодубец Л.А.</i> Применение интеллектуального профилирования в задачах оперативной океанографии	21
<i>Кузьмин К.А., Греков А.Н.</i> Лабораторный стенд для исследования беспроводной сенсорной сети на основе технологии LORA	22
<i>Шишкин Ю.Е.</i> Ансамблевый подход построения карт по спутниковым изображениям для проведения мониторинговых наблюдений морских акваторий	23

<i>Шишкин Ю.Е., Греков А.Н.</i> Алгоритм количественной оценки числа гидробионтов на изображениях с использованием метода поиска по шаблону	24
<i>Зейналов И.М.</i> Применение низкоорбитальных спутников в целях охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов Азербайджана	25
<i>Зейналов И.М.</i> Использование низкоорбитальных спутников в исследованиях биосферы и климата Азербайджана	26
<i>Александрова М.С., Конькова Е.С., Громов С.А.</i> Методы анализа загрязняющих веществ в области трансграничного мониторинга загрязнения атмосферы и регионального мониторинга ЕМЕП	27

СЕКЦИЯ 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Романовская А.А.</i> Основы климатического мониторинга	31
<i>Рыбак О.О.</i> Исследования разномасштабных взаимодействий климата и криосферы	32
<i>Климов В.В.</i> Исследование спектральной структуры метеопроцессов	33
<i>Аверьянова Е.А., Губарев А.В., Полонский А.Б.</i> О влиянии скандинавского колебания на завихренность касательного напряжения трения ветра над Черноморским регионом	34
<i>Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С.</i> Изменчивость биоклиматических показателей на курортах Крыма в связи с крупномасштабными климатическими процессами межгодового масштаба	35
<i>Иванова А.А., Мирсаева Н.А.</i> Оценка биоклиматических условий юго-востока Иркутской области	36
<i>Алешина М.А., Семенов В.А., Чернокульский А.В.</i> Связь интенсивности экстремальных осадков с приземной температурой на территории России в 1961-2017 гг. по данным метеорологических станций и реанализа	37
<i>Валле А.А., Полонский А.Б.</i> Сезонный ход и тенденции изменений концентрации растворенного кислорода и температуры в верхнем слое глубоководной части Черного моря	38
<i>Гребнева Е.А., Полонский А.Б.</i> Внутригодовая изменчивость водородного показателя поверхностных вод приустьевой акватории у р. Дунай и в северо-западной части Черного моря	39
<i>Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К.</i> Исследование климатических изменений методом обратных связей	40

<i>Переведенцев Ю.П., Шерстюков Б.Г., Шанталинский К.М., Аухадеев Т.Р., Мягков М.А.</i> Долгопериодные колебания основных климатических показателей в Поволжье и их связь с внешними факторами	41
<i>Пикалёва А.А., Школьник И.М., Ефимов С.В.</i> Будущие изменения климатических характеристик к середине и концу 21 века по ансамблевым расчетам с РКМ ГГО	42
<i>Пряхина С.И., Ормели Е.И.</i> Расчет оптимальных сроков сева озимых культур в Саратовской области в условиях глобального потепления климата	43
<i>Серебренников А.Н., Полонский А.Б.</i> Влияние структуры поля ветра на Канарский и Бенгельский апвеллинги	44
<i>Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.</i> Идентификация критического слоя для мониторинга Индоокеанского диполя	45
<i>Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.</i> Оценка эффективности реанализов ORAS5/SODA3/GLORYS с помощью инструментальных наблюдений RAMA по данным среднесезонных гидрофизических параметров	46
<i>Шаркова С.А., Червяков М.Ю.</i> Оценка многолетней изменчивости параметров тропопаузы северных широт	47
<i>Широков Р.С.</i> Геоэкологическая ситуация в прибрежно-морской области западного Ямала	48
<i>Бардин М.Ю.</i> Изменения статистики двумерных областей тепла на территории РФ при потеплении	49
<i>Зотов Л.В.</i> Изменения гравитационного поля земли по данным спутников GRACE И GRACE-FO	50
<i>Кулькова Е.В., Червяков М.Ю.</i> Изменчивость составляющих радиационного баланса земли в арктическом регионе	51
<i>Филандышева Л.Б., Ромашова Т.В.</i> О моделях климатических режимов типов структуры летнего сезона и их тенденциях в подтайге западной Сибири	52
<i>Крымская О.В., Крымская А.А.</i> Проявление климатических изменений на территории Белгородской области в начале XXI века	53
<i>Суркова Я.В., Червяков М.Ю.</i> Влияние облачности на радиационный баланс земли по данным спутниковых измерений	54
<i>Вышкваркова Е.В., Сухонос О.Ю.</i> Совместные экстремумы температуры воздуха и атмосферных осадков в Черноморском регионе	55

СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

<i>Климов В.В.</i> Оценка влияния энергоинформационных полей на организм человека	59
<i>Васенко В.И., Чабан В.В.</i> О современном геоэкологическом состоянии Сакского лечебного озера	60
<i>Гольдин Е.Б.</i> Эколого-патологические факторы заболеваний диких животных в Крыму	61
<i>Гладчук А.С., Краснов К.А., Гафт С.С., Федотов А.Д., Александрова М.Л., Суходолов Н.Г., Подольская Е.П.</i> Полипrenoлы: химико-аналитические, биологические и экологические аспекты	62
<i>Подольская Е.П., Гладчук А.С., Гафт С.С., Подосиновичева Н.П., Краснова А.А., Александрова М.Л., Кельцьева О.А., Мельникова М.В., Шустов Е.Б., Суходолов Н.Г., Краснов К.А.</i> Биологически активные липиды бурых водорослей Белого моря	63
<i>Дологлонян А.В., Стребков Д.С., Матвеев В.Т., Стаценко И.Н.</i> Использование вакуумных микрогазотурбинных установок для теплоэлектроснабжения локальных объектов	64
<i>Иванютин Н.М.</i> Современные проблемы озера Донузлав и пути их решения	65
<i>Крыжко А.В., Ширма А.В., Смаглий Н.Н., Буджурова У.М., Решетник Г.В.</i> Влияние энтомопатогенных штаммов <i>Bacillus Thuringiensis</i> на целлюлозолитическую активность и эмиссию диоксида углерода в черноземе южном	66
<i>Лапченко В.А., Лапченко Е.В.</i> Сезонная динамика элементного состава воды родников Карадага	67
<i>Лысенко В. И., Шик Н.В.</i> Воздействие процессов углеводородной дегазации на природные комплексы бухты Ласпи	68
<i>Мальченко Ю.А., Дьяков Н.Н., Боброва С.А.</i> Гидрохимические характеристики прибрежных морских вод Крыма в 2019 – 2020 гг.	69
<i>Подовалова С.В., Волкова Н.Е.</i> Ведение баз данных скважин как механизм управления эксплуатацией подземных вод	70
<i>Руднева И.И., Подрезова П.С., Шайда В.Г.</i> Влияние антибиотика тетрациклина на икру морских рыб	71
<i>Семкин П.Ю., Тищенко П.Я., Чаркин А.Н., Павлова Г.Ю., Тищенко П.П., Барабанчиков Ю.А., Михайлик Т.А., Анисимова Е.В.</i> Отклик изотопных, гидрологических и гидрохимических характеристик на разгрузку грунтовых вод в эстуарии р. Раздольной (Амурский залив, Японское море) в период зимней межени	72

<i>Сигора Г.А., Хоменко Т.Ю., Ничкова Л.А.</i> Оценка современного состояния родниковых вод Севастопольского региона	73
<i>Стельмах Л.В., Ковригина Н.П.</i> Использование морских микроводорослей для биотестирования вод Севастопольских бухт	74
<i>Юрова Ю.Д.</i> Современное геоэкологическое состояние водосборного бассейна среднего течения реки Осетр	75
<i>Майоров Д.В., Веляев Ю.О.</i> Перспективы использования нефелинового концентрата в качестве сырья для получения высокоэффективного алюмосиликатного реагента для процессов водоочистки	76
<i>Измаилова Д.С.</i> Азотные и органоминеральные удобрения в технологии возделывания озимой твердой пшеницы	77
<i>Журавкова Л.А., Рожков И.В., Широков Р.С., Юрова Ю.Д.</i> Геоэкологический мониторинг на территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области	78
<i>Мельникова М.В., Краснов К.А., Гладчук А.С., Утсаль В.А., Гафт С.С., Краснова А.А., Кельцьева О.А., Подольская Е.П., Рейнюк В.Л., Иванов М.Б.</i> Икра <i>Strongylocentrotus Droebachiensis</i> – богатый источник биологически активных соединений	79
<i>Моршина Т.Н., Мамченко Т.Б., Вирченко Е.П., Копылова Л.П.</i> Ртуть и метилртуть в биоте Черного моря	80
<i>Полумиева П.Д., Трунов А.А., Лытов В.М.</i> Эмиссия чёрного углерода от природных пожаров в арктическом регионе России	81
<i>Вышкваркова Е.В., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В.</i> Агроклиматические условия Севастопольского региона применительно к культуре винограда	82
<i>Трусевич В.В., Вышкваркова Е.В., Журавский В.Ю.</i> Реакции моллюсков на загрязнения водной среды экстрактами буровых шламов и дизельного топлива	83

СЕКЦИЯ 1

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

РАЗРАБОТКА НОВОГО ТИПА СЕНСОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАГНИТОМЕТРОВ

¹Усс Ю.А., Крашенинников Б.Н., ³Минлигареев В.Т.

¹Филиал МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Севастополь, Россия

³Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова, г. Москва, Россия
ussyuri@gmail.com

Биосенсоры – это разновидность физико-химических сенсоров, в которых система распознавания имеет биохимическую природу и использует реакции либо индивидуальных биомолекул, либо биологических надмолекулярных структур [Turner, 1987]. По определению биосенсора элемент биологического распознавания должен находиться в прямом пространственном контакте с преобразователем - трансдьюсером [Карякин, 2002].

Подходы к созданию технологических устройств, при котором идея и основные элементы устройства заимствуются из живой природы, исследуются такой прикладной наукой как биомиметика. Причем, заимствование предполагает искусственное воссоздание природных элементов без использования выделенных из природных биологических объектов молекулярных структур или без использования биологического объекта в сенсоре [Мюллер, 2008].

Высокие требования, предъявляемые к точности и чувствительности методов магнитных измерений, как правило, определяются тем фактом, что магнитные поля исследуемых или искомым объектов должны измеряться на фоне магнитного поля Земли, зачастую превосходящего их на пять и более порядков величины. Выделение таких сигналов требует повышения точности и чувствительности магнитометров на уровне $10^{-9} \div 10^{-15}$ Тл. Достижение такой чувствительности вряд ли было бы возможно без привлечения средств атомной и ядерной спектроскопии, позволяющей привязывать измерения магнитного поля непосредственно к значениям атомных констант. Относительный уровень точности, достигаемый благодаря использованию квантовых магнитометров в измерениях слабых магнитных полей, уступает только точности, с которой осуществляется измерение частоты времени.

Для практического применения, в качестве нового типа элементной базы, при создании высокочувствительных магнитометров для измерения параметров постоянного магнитного поля в диапазоне $10^{-9} - 10^{-15}$ Тл разрабатываются физико-химические модели биомиметического полупроводникового сенсора, которые основаны на модели молекулярного механизма магниторецепции живых организмов [Усс, 2018; Uss, 2020].

Научная работа проводится в рамках гранта РФФИ №18-47-920006 p_a «Исследование слабых геофизических полей методами радиооптической спектроскопии и магнитометрии с использованием бионического полупроводникового сенсора».

Список использованной литературы:

Turner A., Karube I., Wilson G. Biosensors: Fundamentals and Applications - Oxford, New York: Oxford University Press. 1987. - 770 pp.

Карякин А.А., Уласова Е.А., Вагин М.Ю., Карякина Е.Е. Биосенсоры: устройство, классификация и функциональные характеристики // Сенсор. - 2002. - №1. - С. 16 – 24.

Мюллер Т. Биомиметика // National Geographic Россия. - май 2008. - С. 112 -135.

Усс Ю. А., Крашенинников Б. Н., Минлигареев В. Т. Исследование парамагнитных свойств суммарных липидов морских организмов // Системы контроля окружающей среды. - 2018. - №14 (34). - С.138–142.

Uss Yu, Krasheninnikov B., Minligareev V. Fluorescence Excitation Spectra of Total Lipids with Paramagnetic Properties Isolated from Marine Organisms // Doklady Biochemistry and Biophysics. – 2020. - Vol. 492. - P. 159–161. © Pleiades Publishing, Ltd.,

ТОЧНОСТЬ НЕНАДЕЖНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Гайский В.А., Гайский П.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
oaoimhi@inbox.ru

Точность восстановления полей/процессов по данным измерения поля/процесса в узлах пространственно-временной решетки является главным критерием качества системы мониторинга.

Предложены приближенные формулы для оценки приращения погрешности представления процессов и полей со степенными спектрами при уменьшении числа узлов N пространственно-временной решетки для $N > 100$.

Выведены формулы для расчета надежности избыточных судовых зондирующих и буксируемых устройств, автоматических буйковых станций с измерителями на горизонтах и с распределенными термопрофилемерами.

Для построения долговечных систем использованы результаты, полученные, ранее авторами в теории надежности по неэффективности статического резерва, принципиальной непригодности внешней диагностики неисправностей наблюдением входов и выходов устройств, возможности идеальной диагностики неисправностей замещением из динамического резерва.

Метод диагностики замещением из резерва в программной реализации распространен на совокупность узлов пространственно-временной решетки отбора информации от среды.

Выполнен учет надежности при проведении гидрофизических экспериментов путем вычисления погрешности представления процесса вероятностной пространственно-временной решетки измерений (ВПВР).

Вычислены погрешности представления процесса с показателем степенного спектра $\left(-\frac{5}{3}\right)$ в типовых спектральных диапазонах изменчивости при надежности узлов ВПВР от 0,2 до 1,0 и при интервалах дискретизации менее периода частоты Найквиста.

Определены требования к минимальной надежности узлов ВПВР при заданных параметрах эксперимента.

Оценена возможность реализации экспериментов с вероятностью 0,95 и 0,99 для невозстанавливаемых систем.

Получены зависимости погрешности восстановления поля в зависимости от произведения λT средней частоты отказа λ и необходимого времени эксперимента T . Показано, что погрешность эксперимента долговечных систем почти не зависит от надежности.

Оценена осуществимость гидрофизических экспериментов при наличии пороговых значений по параметрам.

Показано, что для «точных» и «достаточно» надежных систем зависимость точности от надежности и дискретности имеет монотонный характер.

Список использованной литературы:

Гайский В.А., Гайский П.В. Погрешности дискретизации случайных многомерных полей со степенным спектром // Морской гидрофизический журнал. 1994. № 6. С. 61–66.

Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. М.: Наука. 1965. 324 с.

Гайский В.А. О возможностях внешней идентификации комбинационных устройств // Алгоритмизация и автоматизация процессов установок. Куйбышев. 1970. Вып. 1. С. 25–35.

Гайский В.А. Метод построения восстанавливаемой системы управления с автоматической диагностикой неисправностей // Автоматика и телемеханика. 1965. Т. 26. № 8. С. 1452–1461.

Гайский В.А., Калинина Е.И. Взаимосвязь точности и надежности систем для измерения гидрофизических процессов и полей // Экспериментальные методы исследования океана. Севастополь. 1978. С. 26–34.

**ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНАРУЖЕНИЯ РЯДА
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ПРЭСНОВОДНОЙ СРЕДЕ С ПОМОЩЬЮ МОЛЛЮСКОВ *UNIO
PICTORUM* ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Гайский П.В., Степанова О.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
gaysky@inbox.ru

Создание автоматизированных систем мониторинга загрязнения водных объектов с использованием биоэлектронных измерителей на базе двусторчатых моллюсков сопровождается модернизацией и совершенствованием, как аппаратной части, так и алгоритмически-программной. В рамках этих работ проводятся натурные и лабораторные эксперименты по исследованию возможностей обнаружения конкретных антропогенных и природных загрязнителей с помощью наблюдений и анализа створочной активности аборигенных моллюсков. Главным алгоритмическим показателем здесь остается групповая коррелированная активность, статистические оценки которой позволяют обнаруживать оперативные и хронические (долговременные) отклонения от стандартного характера жизнедеятельности организмов.

Возможность автоматического обнаружения ряда распространенных загрязнителей (представлены в таблице) с помощью предложенной методики для пресноводной среды и с использованием в качестве биоиндикаторов пресноводных моллюсков *Unio pictotum* оценивается на базе лабораторных экспериментов, поскольку в натуральных условиях их провести не представляется возможным. В основе выбора концентрации лежал их относительный объем.

Таблица – Результаты лабораторных экспериментальных исследований

Параметр	Концентрация	Вероятность обнаружения	Вероятность определения токсичности
Соленая (морская) вода	5%	высокая	средняя
Формалин	50 ПДК	низкая	низкая
Уксусная кислота	0,1%	высокая	высокая
Жидкий стиральный порошок Persil Henkel	0,0033%	высокая	высокая
Сантехнический антибактериальный гель BioMio	0,1%	средняя	низкая
Автомобильная стеклоомывающая жидкость ZAREVA (-20 °C)	0,1%	низкая	низкая
Аммиак	0,003%	средняя	низкая
Ацетон	0,03%	низкая	низкая
Керосин бытовой	800 ПДК	средняя	низкая
Масло машинное Роснефть SAE5W40	0,1%	низкая	низкая
Тормозная жидкость Liqui Moly DOT4	0,1%	низкая	низкая
Уайт-спирит	0,1%	средняя	средняя
Заправочное дизельное топливо	0,05%	высокая	высокая

Предполагается использование биоэлектронной системы как универсального индикатора, который дает сигнал о необходимости оперативного проведения химических анализов и организационно-технических работ по предотвращению возможных аварий или отравлений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕСТНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ХОЛОДА В КОМБИНИРОВАННЫХ ЦИКЛАХ МИКРОГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Дологлонян А.В., Матвеев В.Т.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
dologlonyan@mail.ru

Важным направлением повышения эффективности микрогазотурбинных установок (МГТУ) является применение сложных циклов с глубокой утилизацией теплоты, комбинированные циклы, в т.ч. комбинированные циклы, а также использование местных климатических ресурсов холода (КРХ) [1] пример схемы такой установки представлен на рисунке 1.

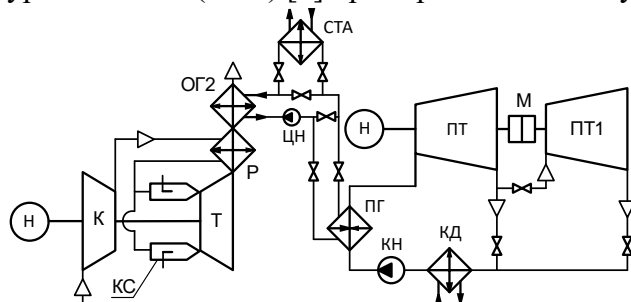


Рисунок 1 – Схема комбинированной МГТУ цикла с регенерацией и дополнительной турбиной:

К – компрессор; КС – камера сгорания; Т – турбина; Н – нагрузка; ОГ2 – охладитель газов; Р – регенератор; ПТ – паровая турбина; КД – конденсатор; КН – конденсатный насос; ПГ – парогенератор; ЦН – циркуляционный насос; ПТ1 – дополнительная паровая турбина; СТА – сетевой теплообменный аппарат; М – разьединительная муфта

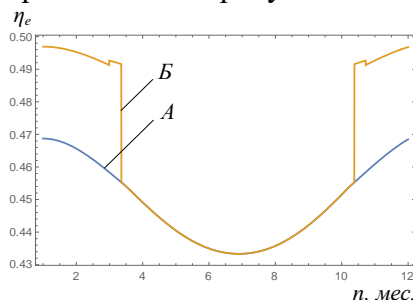


Рисунок 2 – Зависимость параметров комбинированной МГТУ ПЦ+Р с дополнительной турбиной от параметров окружающей среды: зависимость КПД от сезона года, кривая А – без дополнительной турбины, кривая Б – с дополнительной турбиной

Проведенные исследования МГТУ комбинированных с установками ОЦР, использующих КРХ показали, что:

1. Применение дополнительной паровой турбины в составе установки ОЦР комбинированной МГТУ позволяет поднять ее эффективный КПД с октября по март на 2...4 % в зависимости от конфигурации базовой МГТУ, что обеспечивает прирост среднегодового эффективного КПД на 1...2 % при использовании аммиака в качестве рабочего тела установки ОЦР. При использовании R-134a в качестве рабочего тела установки ОЦР эффективный КПД комбинированной МГТУ с октября по март увеличивается на 2...3 % в зависимости от конфигурации базовой МГТУ, что обеспечивает прирост среднегодового эффективного КПД на 1...1,5 %.

2. Установка ОЦР на R-134a не позволяет полностью использовать температурный потенциал газов базовых МГТУ, поскольку температура разложения составляет порядка 573 К, поэтому эффективный КПД всех конфигураций комбинированных МГТУ с использованием R-134a ниже аналогичных с использованием аммиака на 2...5 %. Однако этот недостаток можно использовать, сбрасывая излишки теплоты через СТА и переводя, таким образом комбинированную МГТУ из установки с переключающимися потоками теплоты в установку с разделяемыми потоками теплоты.

3. Наиболее эффективной конфигурацией базовой МГТУ для аммиака является ПЦ+Р, а для R-134a – ПЦ+ТКУ+Р.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00469.

Список использованной литературы:

Дологлонян А.В. Использование местных климатических ресурсов холода с помощью установок органического цикла Ренкина / А.В. Дологлонян, В.Т. Матвеев // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. – Орел: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2019. – № 6 (338). – С. 3-11.

ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЗАМКНУТЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК В ПРОПУЛЬСИВНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ

¹Дологлонян А.В., ¹Матвеев В.Т., ²Очеретяный В.А.

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dologlonyan@mail.ru

Судовой пропульсивный комплекс, для которого характерна винтовая нагрузка, является всережимным, поэтому желательно обеспечить его высокую энергетическую эффективность на переменных режимах работы при изменении скорости судна.

Для подводной техники также свойственно выполнение технологических операций энергоемким оборудованием с электроприводом, поэтому главная энергетическая установка в этом случае является электрогенерирующего типа с характерной генераторной нагрузкой как в пропульсивном, так и в технологическом комплексах.

Если при определенном рабочем цикле газотурбинного двигателя (ГТД) на номинальном режиме при различных типах нагружения имеет одинаковые характеристики, то при частичных нагрузках они различаются, что и является предметом исследования.

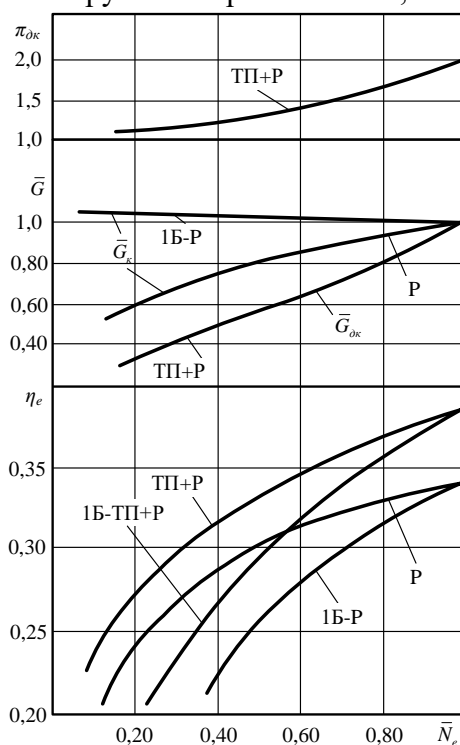


Рисунок 1 – Характеристики циклов ЗГТУ на частичных нагрузках при $T_3 = 1373$ К, $\pi_{ок} = 2,0$ и $\sigma = 0,8$

На рисунке 1 изображены зависимость параметров ЗГТУ с регенерацией (Р) теплоты (кривая Р) и ЗГТУ с турбокомпрессорным утилизатором (ТКУ) и Р (кривая ТП+Р) от относительной мощности \bar{N}_e со свободной силовой турбиной, работающей по многовальнй схеме на винтовую нагрузку (гребной винт фиксированного шага). На рисунке 1 также показаны характеристики ЗГТУ с Р (кривая 1Б-Р) и ЗГТУ с ТКУ и Р (кривая 1Б-ТП+Р), где силовая турбина сблокирована с газогенератором (одновальная конструкция двигателя), что предпочтительно для привода электрогенератора с постоянной частотой вращения.

В схемах ЗГТУ со свободной силовой турбиной при винтовом нагружении КПД для двух схем выше, чем при генераторном в схемах с заблокированной силовой турбиной. В ЗГТУ со свободной силовой турбиной относительный расход рабочего тела \bar{G}_k через двигатель при снижении мощности уменьшается, что характерно для количественного режима регулирования.

Проведенные исследования показали,

что:

1. На всех режимах и видах нагружения эффективный КПД ЗГТУ с ТКУ и регенерацией выше, чем ЗГТУ с регенерацией.
2. ЗГТУ на винтовых частичных нагрузках более экономичны, чем соответственно на генераторных.
3. ЗГТУ могут одновременно производить электрическую и тепловую энергию, обеспечивая высокую энергоэффективность в процессе эксплуатации.
4. ЗГТУ в одноконтурном варианте могут работать на углеводородном топливе с окислителем-воздухом, что исключает необходимость специальной инфраструктуры берегового базирования.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00469.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛОЖНЫХ ЦИКЛОВ В ГТД С ИНТЕГРИРОВАННЫМ ФОКУСИРУЮЩИМ СОЛНЕЧНЫМ КОЛЛЕКТОРОМ

¹Дологлонян А.В., ¹Матвеев В.Т., ² Олейник А.Ю.

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
dologlonyan@mail.ru

Концентрация солнечной энергии (КСЭ) практически уникальна среди технологий возобновляемой энергетики в том смысле, что она может поставлять управляемую энергию по запросу потребителям. В гибридных открытых циклах Брайтона (пример установки изображен на рис. 1) солнечная тепловая энергия используется для предварительного нагрева воздуха перед его поступлением в камеру сгорания.

Повышение эффективности электростанций КСЭ рассматривается как ключ к снижению затрат на электроэнергию, поскольку это будет способствовать уменьшению размера солнечного поля, которое является самым дорогим компонентом электростанции. Кроме того, не менее важным является повышение экономичности углеродных двигателей и эффективности использования солнечных коллекторов. Некоторые результаты представлены на рисунках 1, 2 и в таблице 1.

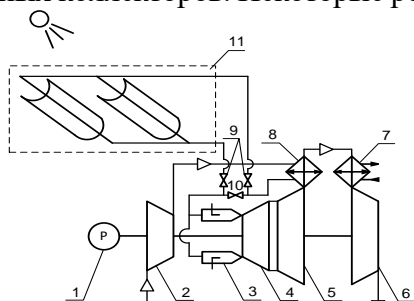


Рисунок 1 – Схема гибридной солнечной газотурбинной установки: 1 – нагрузка; 2 – компрессор; 3 – камера сгорания; 4 – силовая турбина; 5 – турбина перерасширения; 6 – дожимающий компрессор; 7 – охладитель газов; 8 – регенератор; 9 – запорные клапаны; 10 – байпасный клапан; 11 – фокусирующий параболический солнечный коллектор

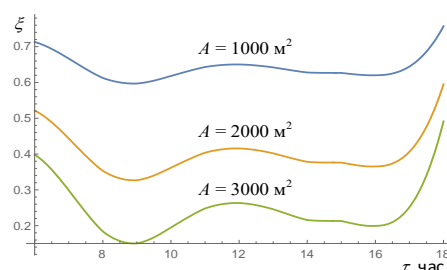


Рисунок 2 – Зависимость относительного расхода топлива от времени суток и площади поверхности фокусирующего солнечного коллектора (ФСК) для схемы, изображенной на рис 1

Таблица 1 – Средние параметры гибридной солнечной газотурбинной установки за солнечный день в июле месяце при различном количестве потоков

Наименование параметра	Ед. изм.	Площадь апертуры ФСК, м ²							
		0		1000		2000		3000	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Удельная мощность	кДж/кг	262	262	238	253	209	244	173	235
Удельная теплота цикла	кДж/кг	729	729	450	497	266	334	150	220
Относительный расход топлива	–	1	1	0,647	0,7	0,401	0,481	0,238	0,323
Коэффициент восстановления давления ФСК	–	1	1	0,913	0,976	0,866	0,947	0,688	0,915
Температура воздуха перед КС	К	793	793	1016	979	1159	1107	1247	1194

Проведенные исследования показали, что:

1. Эффективность микрогазотурбинных установок (МГТУ) с интегрированным ФСК сильно зависит от давления перед КС и количества параллельных потоков в ФСК.

2. Площадь апертуры ФСК необходимо подбирать на основании технико-экономических показателей.

3. Наиболее перспективной схемой ГТД для интегрирования ФСК является конфигурация простого цикла с турбокомпрессорным утилизатором, поскольку обладает изначально высоким КПД, низкой температурой перед КС и высоким давлением перед ФСК.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00469.

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СЛУЧАЕВ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ ПО ДАННЫМ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ И СПУТНИКОВОГО СПЕКТРОРАДИОМЕТРА OMI

¹Кацова Е.И., ¹Червяков М.Ю.

¹ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского, Россия, Саратов
captsova.elizaveta@gmail.com

Для изучения температурного режима во время ВСП (повышение температуры «взрывного характера» в полярной и субполярной стратосфере зимой в течение нескольких суток и более) использовался архив данных радиозондирования университета Вайоминга [5]. Наблюдения с помощью радиозондов проводятся в стандартные сроки: 00 и 12 часов по Гринвичу. Результатами запусков радиозондов являются данные о вертикальном распределении температуры и других метеопараметров на каждой стандартной изобарической поверхности вплоть до высоты 10 гПа и выше [2, 3].

В ходе работы была проанализирована температура воздуха нижней и средней стратосферы для четырех аэрологических станций с различными климатическими условиями арктического региона: «Виллойск», «Ханты-Мансийск», «Алдан» и «Жиганск» в зимний период с 2009 по 2013 г. Станции выбирались как наиболее близкие к центрам ВСП в указанный период времени.

Сведения о местоположении центров ВСП были взяты из работы А.С. Поляковой [1], в которой были указаны координаты зарегистрированных максимальных значений температуры стратосферы на уровне 10 гПа и день, во время которого они фиксировались.

На основе архивов радиозондирования четырех арктических станций была составлена база данных по температуре в зимний период времени с 2009 по 2013 г для изобарических поверхностей. Информация комплектовалась для каждого дня месяца, срока наблюдения и включала значение изобарической поверхности и соответствующую ей температуру. На основе сформированного массива данных были исследованы временные вариации температуры для каждой станции.

Общее содержание озона (ОСО) оценивалось по данным прибора OMI, размещенных на сайте NASA Earth Observations [4] для регионов близких к выбранным станциям радиозондирования. Для каждого пункта была оценена синхронная изменчивость температуры на уровнях 10, 20 и 30 гПа и ОСО.

В целом корреляция между температурой и общим содержанием озона зимой на уровне 30 гПа для других выбранных станций в среднем составляла от 0,73 до 0,78.

Список использованной литературы:

1. Полякова А.С. Вариации электронной концентрации ионосферы в периоды внезапных стратосферных потеплений в Арктическом регионе // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 6. С. 175–184.
2. Червяков М.Ю. Зондирование атмосферы: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению 05.03.05 Прикладная гидрометеорология / М.Ю. Червяков. Саратов: ИЦ «Наука», 2019. 62 с.
3. Червяков М.Ю., Шаркова С.А. Изменчивость характеристик тропопаузы в Арктике по данным радиозондирования атмосферы // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2019. Т 19. № 1. С 42-48.
4. NASA Earth Observations [Электронный ресурс] - URL: <https://neo.sci.gsfc.nasa.gov/> (дата обращения: 25.02.2020).
5. University of Wyoming College of Engineering [Электронный ресурс] - URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (дата обращения: 25.02.2020).

СТД ПРОФИЛОГРАФЫ SEA & SUN TECHNOLOGY ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА. ADCP ПРОФИЛОГРАФЫ NORTEK – КОНКУРЕНТНЫЕ РЕШЕНИЯ

Шорохов С.А., Сенченко М.В.

ООО «ИТЕРА», г. Москва, г. Санкт-Петербург, Россия,
s.shorohov@itera.spb.ru, msenchenko@itera.spb.ru

В настоящее время в России на рынке как экологического мониторинга, так и вновь поставляемого гидрологического оборудования произошёл передел. Многие отечественные институты, сделавшие в своё время ставку на оборудование, ныне санкционное (особенно пострадала марка Sea-Bird Scientific) столкнулись с трудностями, выраженными в отказе поставки в Россию (особенно в Крым) не только готовой продукции, но и рем наборов, обновлений программного обеспечения и пр. В этой связи нельзя не отметить определённое мужество некоторых частных зарубежных компаний, производящих высококлассное гидрологическое оборудование, не только продолживших сотрудничество с российскими научными институтами, но и расширившими линейку поставляемого оборудования и предоставляемых услуг.

Решения от компании Sea & Sun Technology (Германия) в области экологического мониторинга просты, эффективны, надёжны. Самым популярным продуктом являются СТД зонды – для измерения электропроводности (солёности), температуры и давления. Все зонды производятся из титана (глубоководные – из толстостенного титана) и по желанию клиента дооснащаются дополнительными датчиками: для контроля pH, Редокс, растворенного кислорода (оптический или на основе ячейки Кларка), быстрый датчик кислорода, мутность, датчик интенсивности освещённости, различные флуориметры (хлорофилл А, флюоресцеин, сырая нефть, фикоцианин, фикоэритрин, родамин, триптофан и др.) Всё чаще фиксируется применение зондов в режиме долговременной постановки как донной или буйковой станции.

Профилографы могут применяться также для управления батометрическими кассетами как компании-партнера HydroBIOS (успешно применяется), так и пробоотборниками сторонних производителей (в разработке). Особенно интересно в экологических программах применение зондов диаметром 48 мм, которые опускаются в шурфы для онлайн мониторинга газовой и водной среды и превентивных мерах в случае повышения ПДК опасных веществ. При этом датчики выпускаются в защищённом к H₂S исполнении. Вместе с профилографами поставляется ПО SDA (Standard Data Acquisition) на базе Windows. Данные выводятся в формате ASCII.

Компания HydroBIOS по праву гордится своими решениями в области отбора проб, что нашло отражение в её слогане «smart sampling». Высочайшего качества батометры, сети для сбора микропластика, планктонные сети, даже лебёдки и ICES инкубаторы - все приборы и инструменты максимально экологичны, просты и удобны в использовании. Севастопольское отделение ГОИН применяет долгое время пластиковый пробоотборник Нискина и высоко оценивает его потребительские качества.

Другая компания, решения которой представлены в данном докладе - Nortek (Норвегия), которая также проектирует, разрабатывает и производит приборы для научных исследований под водой. Системы измерения волн, одноточечные датчики турбулентности, профилографы океанических течений Nortek работают по принципу Доплера. Они анализируют, как меняется частота звука при перемещении источника звука относительно наблюдателя, и точно определяют скорость движения воды, направление, силу потока. Приборы Nortek используются в сложных условиях, где требуются передовые приборы и программное обеспечение для исследования океана, надежное и простое в использовании. Оборудование Nortek систематически сертифицируется ведущими организациями по обеспечению качества. Компания Nortek специализируется главным образом на четыре профиля измерения: волны океана, течения океана, турбулентная подача, подводная навигация.

Более подробно информация представлена в слайдах и презентациях, входящих в состав полного доклада по вышеуказанной тематике.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ АВТОНОМНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Минлигареев В.Т.¹, Сазонова Т.В.²

¹ФГБУ «Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова» (ФГБУ «ИПГ»), г. Москва, Российская Федерация
metrologo@mail.ru.

²АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (АО «РПКБ»), г. Раменское Московской обл., Российская Федерация

Начиная с конца прошлого века бурное развитие глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, Galileo и др. снизило интерес к активно разрабатываемым в то время системам автономной навигации по геофизическим полям. Однако в связи с возрастающими потенциальными угрозами несанкционированных воздействий и влиянием космической погоды на технические средства и системы навигации в настоящее время активно развиваются методы и средства коррекции навигационных параметров летательных аппаратов и подводных движущихся объектов по информации о физических полях Земли. В качестве основы геофизического обеспечения автономной навигации рассматривается АМПЗ, которая является составной частью общего магнитного поля Земли (МПЗ). Выделение АМПЗ из наблюдаемого или суммарного магнитного поля и использование их в виде карт, баз данных, с целью навигации является геофизическим обеспечением разработки и функционирования магнитометрических навигационных систем (МНС). ФГБУ «ИПГ» совместно с АО «РПКБ» успешно проведены авиационные испытания систем автономной навигации на полигоне (290x450 км) в Южном федеральном округе.

Особенностями геофизического обеспечения МНС являются следующие факторы:

- карты АМПЗ территории страны, других территорий и Мирового океана являются фрагментарными и выполненными по разным стандартам с различной точностью. Для территории России современное определение АМПЗ выполнено фрагментарно, порядка 10-20 % карт может быть использовано в МНС;

- современное картографирование больших площадей (построение карт АМПЗ) является затратным и продолжительным мероприятием. Съёмки МПЗ проводится в основном с помощью аэромагнитных методов с применением феррозондовых и квантовых магнитометров, которые определяют модуль магнитной индукции (в нТл) на высоте съёмки с одновременным определением координат. После первичной и камеральной обработки строятся карты АМПЗ по высоте съёмки с цифровыми массивами данных (широта, долгота, значение модуля АМПЗ (ΔT_a);

- для создания баз цифровых данных для МНС в КЭНС прорабатываются алгоритмы верификации данных, перевода модуля магнитной индукции в вектор, пересчета характеристик АМПЗ по высоте в верхнее и нижнее полупространство. Для проверки разработанных алгоритмов необходима их экспериментальная апробация на самолетах-лабораториях и БПЛА;

- более сложными являются вопросы навигации подводных аппаратов с использованием геофизических полей - магнитного, гравитационного и рельефа морского дна, как по отдельности, так и при их комплексировании. Это направление представляет собой объемную задачу в силу малоизученности и разнородности пространственных геофизических полей Мирового океана и решается пока методами моделирования.

Работа выполнена частично в рамках гранта РФФИ №18-47-920006 p_a

Список использованной литературы:

В. Т. Минлигареев, А. В. Алексеева, Ю. М. Качановский, и др. Картографическое обеспечение магнитометрических навигационных систем робототехнических комплексов//Известия ЮФУ. Технические науки. – Ростов-на-Дону, 2019. -№ 1 (203). - С.248-258.

Сазонова Т.В., Шелагурова М.С. Геоинформация в комплексах бортового оборудования летательных аппаратов. Москва. - 2018. – С. 80 – 97.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ БИОДАТЧИКОВ КУЛЬТУР МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *TETRASELMIS VIRIDIS* И *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM*

Степанова О.А.

Институт природно-технических систем, г. Севастополь, Россия
solar-ua@ya.ru

По мнению ученых, биодатчики (biosensor) открывают широкие перспективы получения аналитической информации быстрее, проще и дешевле, чем это делается с помощью традиционного количественного анализа. Биодатчики позволяют проводить анализ сложных биологических сред, а методы биовосприятия на их основе применяются в самых разных областях, в т.ч. и для обнаружения химического и бактериологического оружия, болезнетворных микробов и вредных примесей в изучаемых пробах и объектах (<http://naukarus.com/biodatchiki-analiticheskie-sredstva-buduschego>).

Задача мониторинга состояния воды в акваториях заключается в получении информации в режиме реального времени и задолго до появления видимых признаков загрязнения. Для определения биоиндикаторов для экологического мониторинга состояния акваторий активно исследуются (тестируются) живые организмы (тест-объекты) с повышенной чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов. Известно, что микроводоросли фитопланктона, благодаря своим малым размерам и высокой скорости внутриклеточных обменных процессов быстро реагируют на изменения, происходящие в среде их обитания, что предполагает их использование в качестве биодатчиков. Полученные в экспериментальных исследованиях результаты свидетельствуют о возможности использования культур микроводорослей при создании биосенсоров для экологического мониторинга водной среды (Вознесенский С.С. и др., 2016). Использованные в опытах клетки культур микроводорослей *Tisochrysis lutea* и *Nannochloris maculata* было предложено применять в качестве оптических биосенсоров в экологическом мониторинге водных сред.

Цель выполненного нами исследования – определить возможность использования в качестве биодатчиков клеток культур микроводорослей *Tetraselmis viridis* и *Phaeodactylum tricorutum*.

Жидкие альгологически чистые культуры микроводорослей *T. viridis* и *P. tricorutum* были получены из коллекции живых культур микроводорослей отдела экологической физиологии водорослей ФИЦ “ИнБИОМ А.О. Ковалевского РАН”. Культуры микроводорослей использовались в стадии активного роста и развития (логарифмическая фаза роста). Эксперименты выполняли в серологических пробирках, используя в качестве поллютантов и токсикантов керосин, дихлорэтан и формалин. Ответная реакция культур микроводорослей на контакт с поллютантами и токсикантами в опыте оценивалась в динамике по визуально наблюдаемым оптическим изменениям (цвет, прозрачность и др.) по сравнению с контролем.

В ходе исследований было установлено, что визуально наблюдаемые оптические изменения в опыте (контакт культур микроводорослей с поллютантами и токсикантами) возникают уже через 5-10 мин (до 60 мин) при использовании керосина, дихлорэтана и формалина в концентрациях, превышающих десятки тысяч значений ПДК для этих веществ. По нашему мнению, эффект угнетения культур микроводорослей поллютантами и токсикантами можно наблюдать ранее и при более низких значениях их концентрации, превышающей в десятки и сотни ПДК, в случае использования оптического увеличения (микроскопия).

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № 0012-2020-0003 “Разработка новых средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод».

Список использованной литературы:

Вознесенский С.С., Попик А.Ю., Гамаюнов Е.Л. и др. Оптические биосенсоры на основе клеток микроводорослей в экологическом мониторинге водных сред // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2016. № 4. С. 43-48.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ

Краснодубец Л.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия,
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
lakrasno@gmail.com

Доклад посвящен разработке технического обеспечения в части расширения измерительной базы и совершенствования морских подвижных платформ сбора данных – профилографов для морских наблюдательных систем (Krasnodubets, 2008) в рамках нового и развивающегося научно-прикладного направления – оперативной океанографии.

Представлена концепция применения морского автономного интеллектуального профилографа для оперативных измерений термохалинных параметров профиля стратифицированной океанской среды при существенном сокращении времени на проведение эксперимента при помощи «умного» профилирования. При этом экономия времени достигается за счёт гибкого управления скоростными режимами вертикального движения морского автономного профилографа с регулируемой плавучестью (Краснодубец, 2019). Малые скорости профилирования позволяют избежать существенных динамических искажений в измерениях, получаемых от инерционных датчиков. Однако в условиях однородной среды после выполнения измерений скорость профилографа может быть значительно увеличена.

Назначение smart профилографа – анализ свойств окружающей морской воды и выбор на этой основе скоростного режима профилирования, обеспечивающего допустимый уровень динамических искажений (Краснодубец, 2012). Для оперативного контроля состояния морской воды применяется оригинальный метод (Краснодубец, 2017) динамического измерения плотности воды *in situ*. Этот метод даёт возможность фиксировать градиенты плотности по глубине (давлению) в процессе свободного вертикального движения при отключённой системе управления скоростью погружения (всплытия) и, следовательно, обеспечивает обнаружение границы разделения сред, что даёт возможность формировать и передавать управляющий сигнал для включения или выключения системы управления скоростью профилографа в процессе умного профилирования.

Разработана комплексная математическая модель для компьютерного моделирования процессов интеллектуального профилирования, которая представлена взаимодействующими подсистемами: имитационной моделью стратифицированной морской среды; моделью информационно-измерительной системы, поставляющей данные измерений текущей плотности и температуры морской воды, гидростатического давления, а также текущих значений траекторных параметров вертикального движения профилографа; системой управления скоростными режимами профилографа.

Представлены результаты компьютерного моделирования предложенной smart структуры в среде *Simulink & MATLAB* на основе оригинальных математических моделей, составляющих её подсистем. Исследовался процесс «умного» профилирования в стадии перехода с крейсерского скоростного режима (быстрого) к рабочему скоростному режиму (медленному) и возврат к крейсерскому режиму в условиях стратификации вертикального профиля по плотности.

Дальнейшие исследования предполагается проводить в направлении расширения функциональных возможностей smart профилографа, например, для оперативного измерения профиля частоты Вьяйсяля-Брента и вертикальной устойчивости.

Список использованной литературы:

Krasnodubets L.A. Terminal Control in Sea Observation Systems with Mobile Platforms for Data Collection // Journal of Computer and Systems Sciences International, 2008. Vol. 47. No 2. P. 296-307.

Краснодубец Л.А., Забурдаев В.И., Альчаков В.В. Управление морскими буями профилографами как метод повышения репрезентативности термохалинных измерений. Модели движения // Морской гидрофизический журнал. 2012. № 4. С. 69–79.

Краснодубец Л.А. Метод определения вертикального профиля плотности морской воды на основе измерений параметров движения неуправляемого автономного зонда // Системы контроля окружающей среды. 2017. Вып. 10 (30). С. 8–15.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ LORA

Кузьмин К.А., Греков А.Н.

Институт природно-технических систем, г. Севастополь
konstantin.a.kuzmin@gmail.com

Прогресс целого ряда направлений исследования океана требует измерений параметров верхнего слоя океана. В работе, посвящённой созданию подспутниковой малогабаритной измерительной системе (Миронов, 2019), рассматривается малогабаритный дрейфтер как элемент системы измерения пространственно-временных характеристик поверхностного слоя океана, а именно: вектора течения и углового спектра морского волнения. Предлагаемая система дрейфтеров осуществляет синхронный сбор данных, что требует надёжных и маломощных беспроводных линий связи между узлами и базовыми станциями или шлюзами. Проведённый сравнительный анализ технологий беспроводной связи (WiFi, ZigBee, GSM, LoRa) показал, что требованиям поставленной задачи наилучшим образом соответствует решение на основе технологии LoRa с применением радиомодулей серии E22 компании Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd, построенных на базе новейшего поколения микросхем SX1268 компании Semtech.

Для отладки коммуникации радиомодулей в реальных условиях эксплуатации был создан лабораторный стенд, в состав которого вошли отладочный комплект MSP-EXP430FR5594 и две макетные платы с установленными на них модулями E22-400M22S. Ядром отладочного комплекта является микроконтроллер MSP430FR5594, уже опробованный в прототипах дрейфтера и хорошо зарекомендовавший себя благодаря тому, что он обладает широкой функциональностью при миниатюрном размере, благодаря продвинутой системе управления питанием обеспечивает длительное время автономной работы, а также имеет возможность предварительной обработки и сжатия измеренных данных непосредственно перед записью в память или передачей на принимающее устройство благодаря наличию аппаратного ускорителя со встроенным дискретным преобразованием Фурье.

Для лабораторного стенда создано программное обеспечение, осуществляющее настройку радиомодулей, генерацию тестовых сообщений, передачу этих сообщений одним модулем и их приём другим модулем, проверку правильности переданной информации и контроль бесперебойной работы. В программе описан класс, позволяющий быстро интегрировать модуль LoRa в создаваемый прибор на базе контроллеров семейств MSP430FR58xx, MSP430FR59xx и MSP430FR6xx. Имплементированный набор методов класса позволяет осуществлять гибкую настройку радиомодуля: выбирать параметры модуляции и пакетов данных, назначать удобные с точки зрения разработчика электронной схемы порты ввода-вывода, управляющие функционированием модуля E22.

Проведённая работа вносит существенный вклад в создание системы с синхронным сбором данных и передачей информации с морских распределённых датчиков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-45-920061.

Список использованной литературы

Миронов, А.С. Подспутниковая малогабаритная измерительная система для контроля двумерного спектра поверхностных волн и поля скорости течения [Текст] / А.С. Миронов, А.Н. Греков, К.А. Кузьмин // Системы контроля окружающей среды: науч.-тех. журнал. Севастополь: ИПТС, 2019. Вып. 4 (38). С. 11–19.

АНСАМБЛЕВЫЙ ПОДХОД ПОСТРОЕНИЯ КАРТ ПО СПУТНИКОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

Шишкин Ю.Е.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
iurii.e.shishkin@gmail.com

Информатизация процесса обработки данных мониторинговых наблюдений неразрывно связана с визуальным анализом данных, который как правило требует участие человека. В связи с чем частичная или полная автоматизация отдельных этапов предварительной подготовки, нормализации, сравнения, распознавания изображений объектов природной среды и поиска аномалий в этих изображениях позволит повысить оперативность получения результатов мониторинга и снизить вероятность возникновения ошибок, вызванных человеческим фактором. Для решения обозначенной задачи широкое распространение получили методы, известные под общим названием компьютерное зрение, включающие в том числе хорошо распараллеливаемые алгоритмы сравнения изображений с эталоном (Алгазинов, 2009).

Методы компьютерного зрения лежат в основе разрабатываемой информационной системы цель которой состоит в автоматизации процесса построения карт проведения мониторинговых наблюдений акватории автономными роботами, для чего решается задача поиска аномальных областей на спутниковых снимках природной среды и снимков, полученных с дронов. Под аномальными в узком смысле будем понимать такие области изображений акватории, в которых мониторинг не представляется возможным или сопряжен с неоправданными рисками, таких как береговая линия, места швартовки кораблей и пр.

Классические подходы визуального анализа, предусматривающие точное сравнение участков изображений с эталонами берега и суши, обладают высокой точностью при полном совпадении изображений, но низкой устойчивостью к изменению входных условий, что ограничивает область применения каждой модели в отдельности (Shishkin, 2019).

Ансамблевый подход позволяет перейти от детерминистической формулировки классификатора аномалий на изображениях объектов среды к ее вероятностному представлению. В рамках каждой из моделей для исходного изображения строится нормированное поле вероятностей, затем осуществляется пороговая фильтрация этих полей по заданному пользователем уровню. Агрегированная карта, полученная в результате наложения совокупности построенных на предыдущем этапе полей вероятности, является основой для принятия решения о возможности проведения мониторинга в каждой точке мониторируемого пространства.

Положительными особенностями предложенного подхода визуального анализа изображений объектов природной среды, базирующегося на ансамбле моделей компьютерного зрения, является его проблемно-ориентированность и гибкость к изменяющимся входным условиям. На базе описанного подхода разработан компонент информационной системы, осуществляющий построение карт проведения мониторинговых наблюдений акватории автономными роботами. Перспективным видится развитие предложенного подхода для анализа видеопотока с камеры, установленной непосредственно на самом роботе с целью адаптивной коррекции маршрута в реальном времени и предотвращения столкновений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920018.

Список использованной литературы:

Алгазинов Э.К., Сирота А.А. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем: Прикладная информатика. М.: Диалог-МИФИ. 2009. 416 с.

Shishkin I.E., Grekov A.N., Nikishin V.V. Intelligent decision support system for detection of anomalies and unmanned surface vehicle inertial navigation correction // 2019 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2019. 2019. С. 1–6.

АЛГОРИТМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЧИСЛА ГИДРОБИОНТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ПОИСКА ПО ШАБЛОНУ

Шишкин Ю.Е., Греков А.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

iurii.e.shishkin@gmail.com

Проблема разработки эффективных проблемно-ориентированных алгоритмов оценки числа гидробионтов на фото- и видеоизображениях, ввиду их важности для оптимизации и контроля эксплуатации водных ресурсов, является значимой в научном и прикладном плане. Исторически данная задача решается подсчетом гидробионтов специалистами вручную, что крайне трудозатратно и не позволяет получать результаты в реальном времени. В этой связи для решения обозначенной проблемы автоматизации визуального анализа перспективным видится использование современного математического аппарата компьютерного зрения. В работе (Faillettaz, 2016) рассмотрены практические аспекты применения методов машинного обучения, обученных на вручную подготовленных наборах ретроспективных данных, применительно к задачам экомониторинга и оценки количественного разнообразия планктона *in situ*, которое выступает в качестве численной оценки степени антропогенного воздействия на акваторию.

В работе предлагается реализация метода поиска по шаблону, адаптированная для решения задач анализа изображений гидробионтов, оценки их видового и количественного разнообразия *in situ* (Shishkin, 2018). Поиск по шаблону представляет собой реализацию сверточного алгоритма, при котором исходное изображение разбивается на пересекающиеся регионы с размером региона, соответствующим размеру ядра свертки. Каждое ядро свертки представляет собой матрицу, заданную шаблоном изображения обучающей выборки. Сама же операция свертки представляет собой линейное преобразование входных признаков путем скалярного перемножения матрицы значений из входного окна и матрицы весов свертки.

В результате целенаправленных экспериментальных испытаний автоматического классификатора по выявлению гидробионтов на изображении наибольшее число совпадений, по сравнению с выполненными вручную, показала нормализованная метрика квадрата расстояний

$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} [T(x, y) - I(x_0 + x, y_0 + y)]^2}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x, y)^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x_0 + x, y_0 + y)^2}} \quad (1)$$

где I , T , R – исходное изображение, изображение-шаблон и результат свертки соответственно.

Итоговый алгоритм, примененный для анализа изображений планктона различного масштаба и поворота, полученных *in situ*, включает в себя следующие шаги: загрузка исходного изображения и нормализация его яркости, загрузка набора шаблонов гидробионтов обучающей выборки и создание для каждого из них набора «вариаций» подвергнутых аффинным преобразованиям искажения и поворота, осуществление свертки исходного изображения с каждой из вариаций, поиск суммарного числа всех непересекающихся экстремумов изображений-сверток. Представленный алгоритм имеет потенциал для выполнения в реальном времени за счет низкой вычислительной сложности и возможности эффективного параллельного выполнения в системах, оснащенных многоядерными процессорами и видеоускорителями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-48-920018.

Список использованной литературы:

Faillettaz R., Picheral M., Luo J. Y. Imperfect automatic image classification successfully describes plankton distribution patterns // *Methods in Oceanography*. 2016. № 15–16. С. 60–77.

Shishkin I.E., Grekov A.N. Analysis of image clusterization methods for oceanographical equipment // 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018. 2018. С. 1–6.

**ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СПУТНИКОВ В ЦЕЛЯХ ОХРАНЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ
РЕСУРСОВ АЗЕРБАЙДЖАНА.**

Зейналов И.М.

Национальная Академия Наук Азербайджанской Республики
Институт Географии им. Г. Алиева
ismayil_zeynalov@outlook.com

Использование природных ресурсов повышает уровень антропогенных воздействий на окружающую среду. Трансграничный массоперенос создает проблемы при решении задач охраны окружающей среды. Для этого необходимо применение современных методов и средств космического сегмента на примере низкоорбитальных спутников.

Процессы физико-химического превращения, оседания и вымывания загрязняющих веществ влияют на трансграничный массоперенос, в результате которого меняются климатические (метеорологические) характеристики (температура, влажность, давление) атмосферного воздуха, состав и концентрация загрязняющих веществ в воздушной среде. Этот процесс усугубляется тем, что во многих регионах увеличивается число несанкционированных свалок, что в значительной степени влияет на организацию и проведение мониторинга ОС [1].

Спутниковый мониторинг позволяет создавать новые модели оценки параметров состояния биосферы (например, объем зеленой фито массы лесной и травянистой растительности). Более современные модели оценки параметров (Козодеров, Косолапов, 1999) в развитие новых подходов по изучению глобальных биогеохимических циклов (Козодеров, 1994).

Спутниковый мониторинг облегчает понимание глобальных проблем экологии, определяя перспективы реализации геоинформационных моделей оценки параметров состояния биосферы для рассматриваемых целей вместо традиционного использования численных моделей.

Доступные через сеть Интернет данные систематизированных спутниковых и наземных наблюдений характеристик, определяющих текущее состояние биосферы и климата, способствуют развитию выше моделей предсказуемости наблюдаемых изменений [2].

Заключение. Увеличение производства приводит к контролю загрязняющих веществ, а также защите окружающей среды. Неразделимым вкладом в осуществление различных мероприятий по этим показателям является оценка окружающей среды. В этих целях в работе предлагается применение спутников серии NOAA, как основной инструмент применимый для оценки окружающей среды. Развитие связи и способностей спутников серии NOAA способствует применению основных показателей антропогенного происхождения и его воздействия на окружающую среду. В качестве примера дается значение метеорологических характеристик выбранной территории исследований.

Список использованной литературы:

1. Экологическая климатология. Учебное пособие для географ. гидромет. экол. спец. вузов и колледжей. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.
2. В. В. Козодеров, В. С. Косолапов, В. А. Садовничий и др. Космическое землеведение: информационно-математические основы /. — издательство Московского университета Москва, 1998. — 571 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СПУТНИКОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ БИОСФЕРЫ И КЛИМАТА АЗЕРБАЙДЖАНА

Зейналов И.М.

Национальная академия наук Азербайджана

Институт географии им. Г.А. Алиева

ismayil_zeynalov@outlook.com

Биосфера рассматривается как область Земли, переводящая космическое излучение в действующую электрическую, химическую, механическую, тепловую и т.д. энергию [1].

За длительное время тепловой баланс системы Земля-атмосфера равен нулю, т.е. Земля как планета находится в тепловом равновесии [2].

Сезонный цикл широтно-временного распределения солнечной энергии определяют параметры орбиты Земли [3].

В Азербайджане несмотря на сложные особенности устройства поверхности, число часов солнечного сияния довольно значительно и колеблется за год от 2800 до 1900 ч [4].

В Кура-Араксинской низменности наблюдаются два типа климата в северной, северо-западной и восточной частях заповедника [5].

Экологический контроль является неотъемлемым звеном в системе инженерно-экологического обеспечения промышленного производства, строительства или иного вида трудовой деятельности [6].

Спутниковый мониторинг позволяет создавать новые модели оценки параметров состояния биосферы (например, объем зеленой фито массы лесной и травянистой растительности) [7,8].

Заключение. Одним из условий развития биосферы являются метеорологические параметры перераспределения энергии между различными средами жизнедеятельности.

Солнечная радиация участвует в формировании климата и воздействует на химический состав атмосферы это возможность для исследований биосферы территории Азербайджана.

Внедрение ряда низкоорбитальных спутников метеорологического назначения приведет к стабильному исследованию перераспределению энергии в биосфере.

Список использованной литературы:

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера - М. Рольф 2002 576 с. – (Библиотека истории и культуры).
2. Исаев А.А. Экологическая климатология. Учебное пособие для географических гидрометеорологических экологических специальных вузов и колледжей – М.: научный мир, 2001-458 с.
3. Глобальные изменения природной среды (Климат и водный режим. – М. Научный мир, 2000-304 с.)
4. Э.М. Шихлинский. Тепловой баланс Азербайджанской ССР, Баку-1969. 200с.
5. В.Д. Гаджиев, Э.Ф. Юсифов Флора и растительность Кызылагачского заповедника и их биоразнообразие - Баку 2003.
6. Мазур И.И. Курс инженерной экологии. Учеб. для вузов/ И.И. Мазур, О.И. Молдаванов; Под редакцией И.И. Мазура – 2-е издание, исправленное и дополненное – М. Высш. Шк. 2001 – 510 с. ил.
7. These studies are supported by the Russian Fund for Basic, Research (grants № 01-05-64143 and 03-01-00132). References Sadovnichii U.A., Kozoderov V.V., Ushakova L.A., Ushakov S.A. (2002) Order chaos, predictability updated approaches. In “Atlas of temporal variations of natural anthropogenic and social processes”: Moscow “Yanus-K” Publ., p. 55-66.
8. Космическое земледование: геофизические основы/С. А. Ушаков, В.В. Козодеров, А. П. Тищенко, под редакцией В. А. Садовниченко. — издательство Московского университета Москва, 1992. — 269 с.

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОБЛАСТИ
ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
И РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЕМЕП**

Александрова М.С.¹, Конькова Е.С.¹, Громов С.А.^{1,2}

¹ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля»,
г. Москва, Россия

²ФГБУН «Институт географии РАН», г. Москва, Россия
mkotorova.igce@gmail.com

«Совместная программа наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе» (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe - ЕМЕП) является одной из основных международных программ мониторинга загрязнения атмосферы, выполняемых в рамках Конвенции ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979).

Страны-участницы (51 на настоящее время) выполняют широкий перечень видов наблюдений в рамках ЕМЕП. Данная программа позволяет оценивать состояние загрязнения атмосферы, определять многолетние тренды уровней концентраций загрязняющих веществ, выделять аномальные ситуации в масштабах регионов, объединяющих территории ряда стран, использовать информацию для принятия международных решений в области охраны окружающей среды. Это обстоятельство обуславливает необходимость использования различных физико-химических методов пробоотбора и анализа, включая такие технически сложные как хроматография, масс-спектрометрия, рентгеновская спектроскопия и т.д. Сопоставление и совместный анализ результатов мониторинга были бы затруднены (или невозможны), если бы каждая страна применяла несогласованные методы отбора и последующего анализа, поэтому для стандартизации выполнения процедур было подготовлено «Руководство ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу» (1996, 2001).

Цель данной работы – сравнение методов анализа загрязняющих веществ ЕМЕП с национальной системой комплексного фоновый мониторинга (КФМ), использующей сопоставимые методические приемы для определения параметров в объектах природной среды. Измеряемые параметры мониторинга были выбраны в соответствии с базовым (1-м) уровнем ЕМЕП. Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля выполняет научное и методическое руководство работой станций ЕМЕП и КФМ на территории России, а также проводит лабораторные анализы инструментальными методами.

Применяемые методики измерения по программам ЕМЕП и КФМ соответствуют следующим требованиям: достаточная чувствительность и селективность для измерения низких концентраций; перспективность и мобильность, позволяющая переходить на более совершенное поколение аналитических приборов без нарушения репрезентативности результатов многолетних наблюдений; достоверность получаемых результатов. Каждая методика, разработанная для системы КФМ, содержит раздел, который регламентирует внутренний контроль качества измерений. Правила внутреннего контроля качества измерений должны соответствовать требованиям нормативного документа РМГ 76 – 2014 «Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа». Помимо этого, внешний контроль (при участии в международных интеркалибрациях) позволяет провести международное сравнение точности методов анализа. Делается это с помощью проведения анализа предоставленных контрольных образцов, приближенных к составу матрицы проб атмосферного воздуха и осадков. Внешний контроль, в случае обнаружения существенных расхождений в анализе, позволяет ввести соответствующий коэффициент для обеспечения достоверности данных системы КФМ, что в дальнейшем позволит национальной системе наблюдений получать однотипную, представительную и сопоставимую информацию о загрязнении на фоновом уровне.

СЕКЦИЯ 2

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОСНОВЫ КЛИМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Романовская А.А.

Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, г. Москва, Россия
an_roman@igce.ru

Присоединение России к Парижскому соглашению в 2019 г. обуславливает необходимость развития системы *климатического мониторинга* и его компонент. «Климатический мониторинг» определим, как мониторинг климата, его последствий и климатической деятельности. К последней отнесена совокупность климатически обусловленных действий, мер планируемых или реализуемых в различных сферах экономики, мотивацией которых, являются необходимость решения задач международных климатических соглашений или национальных климатических стратегий, планов и т.п. (Бедрицкий, 2019). На основе данных климатического мониторинга производится контроль эффективности климатической деятельности.

В структуру климатического мониторинга входит 3 крупных блока. В рамках первого блока – мониторинга климата, проводятся мероприятия по регулярным наблюдениям за метеопараметрами на сети наблюдений Росгидромета, анализ текущего состояния и наблюдаемого изменения климата, а также прогноз изменений климата, в том числе, с учетом разных сценариев развития общества и трансформации экономики в сторону развития с низким уровнем выбросов парниковых газов. Данный вид климатического мониторинга выполняется в Росгидромете в течение многих лет на глобальном, национальном и региональном уровнях (<http://climatechange.igce.ru/>; <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/>).

Второй блок мониторинга последствий изменения климата включает следующие виды мониторинга: мониторинг состояния населения и социальных систем; мониторинг продовольственной безопасности; мониторинг состояния природных экосистем, включая наземные экосистемы (леса, болота и др.), океаны, криосферу (ледовый покров Арктики, горные ледники, многолетнемерзлые грунты); мониторинг ущерба от изменения климата, включая прямые экономические потери, монетарную оценку причиненного ущерба здоровью и жизни населения, а также ущерба и потери экосистемных услуг; мониторинг вторичных изменений природных циклов парниковых газов.

Каждый из этих видов характеризуется собственными индикаторами для наблюдения, оценки текущего состояния и выполнения прогнозных оценок в зависимости от сценариев изменения климата и предпринимаемых мер по митигации и адаптации. Единого ответственного органа за мониторинг последствий изменения климата в РФ. Росгидромет в рамках национальной отчетности по РКИК ООН обобщает всю имеющуюся информацию по последствиям изменения климата (Седьмое национальное..., 2017). Ни одно ведомство пока не проводит полную оценку потери и ущерба от изменений климата на территории России, хотя именно точные и полные оценки потерь и ущерба являются прямым и единственным комплексным показателем эффективности мер по адаптации в стране.

Последний блок – мониторинг климатической деятельности – подразумевает выполнение регулярных оценок эффективности климатической деятельности в рамках политики и мер, которые можно подразделить на митигацию (предотвращение изменения климата), адаптацию и иную климатическую деятельность (научные исследования, технологические разработки, просвещение, образование, международное сотрудничество и др.). Сбор информации и наблюдение за показателями климатической деятельности целесообразно проводить на основе создания Единой государственной системы информационного обеспечения климатической деятельности (ЕСИОКД) (Бедрицкий, 2019).

Список использованной литературы:

Бедрицкий А.И. 2019. О формировании комплексного информационного обеспечения климатической деятельности в Российской Федерации. - Труды ВНИИГМИ-МЦД, вып. 184, с. 5-23.

ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗНОМАСШТАБНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КЛИМАТА И КРИОСФЕРЫ

Рыбак О.О.

Филиал Института природно-технических систем, г. Сочи
oleg.rybak@vub.be

Климат Земли, согласно определению, данному А.С. Мониным, это статистический ансамбль состояний, проходимый системой океан-суша-атмосфера за периоды времени несколько десятилетий. Хотя в данном определении отсутствует криосфера как отдельный составляющий компонент системы, можно считать, что неявно она относится к категории «суша». Антарктический и Гренландский ледниковые щиты – наиболее инерционная часть климатической системы, чье время отклика на внешнее воздействие составляет десятки и сотни тысяч лет, и, разумеется, именно они оказывают на ее динамику максимальное влияние. Поскольку в определении речь идет о характерном периоде нескольких десятилетий, в течение которых климат, как предполагается, стабилен, то на больших масштабах включаются механизмы долгопериодных изменений, которые обусловлены как внешними факторами, так и структурой собственно климатической системы, прежде всего, наличием инерционных компонент – океана и ледниковых щитов.

Тенденция в развитии математических моделей климата последних двух десятилетий состоит в том, что в них все более и более активно включаются в интерактивном режиме компоненты, которые ранее либо вообще игнорировались, либо присутствовали лишь в качестве пассивных элементов, иначе говоря, не выстраивались должным образом цепочки обратных связей между, с одной стороны, системой океан-атмосфера, а, с другой – биогеохимическими циклами в океане и на суше, процессами энерго- и массообмена с ледниковыми щитами, водами суши и т.д. Сейчас на смену парадигме МОЦАО (модели общей циркуляции атмосферы и океана) приходит парадигма моделей Земной системы.

Одно из приложений математического моделирования Земной системы – палеорекострукции климатических условий прошлого. В особенности это относится к моделированию прошлых межледниковий, которые часто рассматриваются как аналоги современного глобального потепления. В качестве примера приводятся результаты численного эксперимента по реконструкции климата Эемского межледниковья 130-115 тысяч лет назад и полученные на его основе оценки вклада Гренландского ледникового щита в повышение глобального уровня моря.

Другая тенденция состоит в активном развитии региональных климатических моделей, которые в связке с моделями глобального климата позволяют учитывать региональные особенности рельефа, растительного покрова, наличия оледенения, речной сети и т.д. Региональные климатические модели позволяют осуществить подключение либо точечных, либо пространственно-распределенных моделей гидрологического цикла, а также динамические модели горных ледников. Временные масштабы отклика горных ледников на порядки меньше, чем ледниковых щитов, десятки-сотни лет. Пространственные масштабы горного оледенения таковы, что оно, фактически, в незначительной степени оказывает воздействие лишь на локальный климат. Тем не менее, его значение для водного режима горных и предгорных территорий чрезвычайно велико. Аккумулируя атмосферный осадки в холодную часть года, тающие ледники в теплый период обеспечивают относительно равномерное поступление воды в речную сеть.

Практическая польза подобных модельных исследований состоит в возможности построения проекций изменений речного стока на отдельных территориях, что, разумеется, критически важно для организации должного управления водными ресурсами и заблаговременного планирования водоснабжения и водопотребления. На примере ряда водосборов Заилийского Алатау показано, каким образом осуществляется связка глобального климатического моделирования, расчетов изменения параметров горного оледенения и речного стока.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00681.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТЕОПРОЦЕССОВ

Климов В.В.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва
Klimov47@list.ru

Выявление скрытых периодичностей, т. е. распознавание спектральной структуры реальных процессов по результатам их измерения, является важной проблемой теории математической обработки наблюдений. Возникнув еще в конце XVIII века в связи с запросами астрономии и геофизики, эта проблема продолжает эволюционировать.

В настоящее время одним из приложений методов выявления скрытых периодичностей стало изучение динамики метеопроцессов. Анализ периодограмм позволяет выявлять гармоники и, значит, даёт возможность оценивать основные периоды, что позволяет осуществить правильную методику прогнозирования изменения климата и погодных явлений.

С другой стороны, развитие за последние годы теории стационарных случайных процессов позволило дать проблеме выявления скрытых периодичностей более общую и вместе с тем более чёткую формулировку и, кроме того, дало возможность объединить в рамках единой концепции целый ряд ранее известных приёмов и одновременно выдвинуть новые.

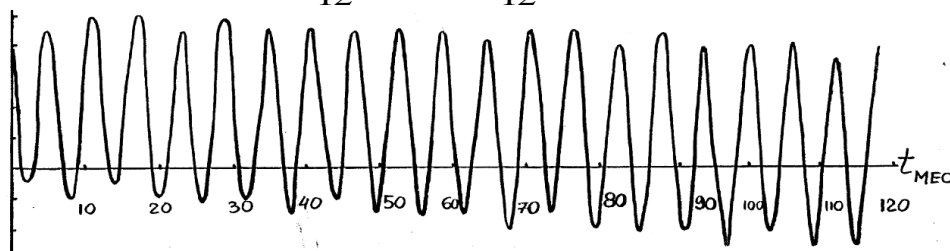
В случае метеопроцессов, как и во многих областях науки и техники, таких как геофизика, астрономия, биология, радиотехника, актуальной задачей является оценка параметров совокупности периодических сигналов, наблюдаемых на фоне аддитивного шума

Длина выборок по температуре, давлению, скорости ветра. равна 12, 9, 88 лет. Основной же целью исследования является разборка алгоритмов уже известных методов, создание новых и формулирование ряда требований к объёму метеоданных и их пространственно-временным характеристикам. Важным является также определение достоинств того или иного метода. Одним из таких методов является корреляционное преобразование метеопроцесса:

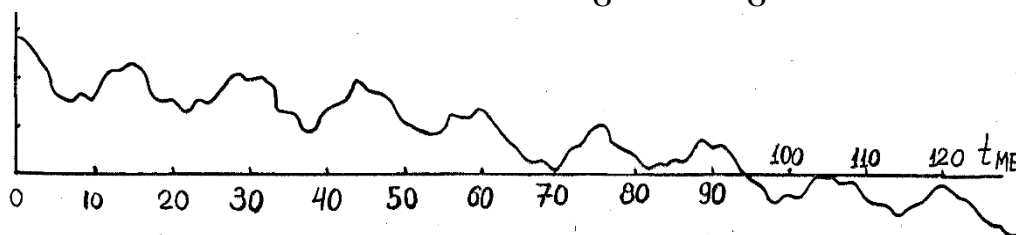
$$x^{(k)} = \frac{1}{2a_k} \int_{-a_k}^{a_k} x^{(k-1)}(\tau)x^{(k-1)}(t+\tau)d\tau; a_k = Ra_{k-1}; R = 0.5$$

На рисунках представлены результаты корреляционной обработки температуры и последующего вычитания очередной гармоники для двух итераций

$$x_1(t) = x(t) - A \cos \frac{2\pi}{12} t - B \sin \frac{2\pi}{12} t, N = 1056, k = 3, R = 0.5$$



$$x_2(t) = x_1(t) - A_1 \cos \frac{2\pi}{6} t - B_1 \frac{2\pi}{6} t$$



В результате удалось выделить гармоники с периодами в 12, 6, 15, 27, 36, 144 месяца, расположенные в порядке убывания амплитуды

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00443_а.

**О ВЛИЯНИИ СКАНДИНАВСКОГО КОЛЕБАНИЯ НА ЗАВИХРЕННОСТЬ
КАСАТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРЕНИЯ ВЕТРА
НАД ЧЕРНОМОРСКИМ РЕГИОНОМ**

Аверьянова Е.А., Губарев А.В., Полонский А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, РФ
eisal@mail.ru, alexgub@inbox.ru, apolonsky5@mail.ru

Скандинавское Колебание (СК) наряду с другими атмосферными модами (такими, например, как Восточно-Атлантическое и Североатлантическое колебания) влияет на формирование аномалий основных климатических характеристик в Черноморском регионе (Полонский, 2015, Бардин, 2015). В настоящей работе изучается влияние СК на завихренность касательного напряжения трения ветра (ЗКНТВ) над Черным морем (ЧМ), которая определяет интенсивность циркуляции в море. Использовались срочные данные ре-анализа MERRA2 (Ronald, 2017) по компонентам вектора ветра (U,V), по которым рассчитывались среднемесячные величины ЗКНТВ, и ряд ежемесячных значений индекса СК за 1980-2019 гг. Для каждого месяца строился временной ряд индекса СК и удалялись значимые полиномиальные тренды. Для выборок годов, соответствующих положительной и отрицательной фазам СК, строились средние по выборке поля ЗКНТВ и разностный композит как разность между ними. При этом учитывалась нестационарность рядов СК. Далее значимость полученного сигнала (композита) оценивалась по критерию Манна-Уитни на уровне 90%.

Показано, что практически на протяжении всего года сохраняется пространственная преемственность структуры композитов при переходе от месяца к месяцу. Для периода с октября по март в положительную фазу СК(+) в области северо-западного шельфа и южнее берегов Крыма наблюдается значимое усиление антициклонической завихренности, а вблизи побережья Турции (30E ÷ 34E) – значимое усиление циклонической завихренности. Вместе с тем, во все месяцы этого периода (за исключением января) при СК(+) практически вся восточная (а в отдельные месяцы и центральная) часть акватории Черного моря находится под влиянием усиленной циклонической завихренности. В период с июня по сентябрь (за исключением августа) в области Батумского антициклона и северо-восточной части Восточного циклонического круговорота в ЧМ получено усиление антициклонической завихренности поля ветра при СК+. В мае при СК+ у берегов Турции (29E ÷ 34E), а также в центре Восточного циклонического круговорота, отмечаются зоны значимого усиления циклонической завихренности поля ветра. В июне и июле площади этих зон увеличиваются, и они занимают практически всю западную и центральную части моря. К сентябрю их площадь сокращается, и они локализованы в районе западного шельфа ЧМ и западной части Западного циклонического круговорота ЧМ. Таким образом, в холодное время года положительная фаза СК характеризуется значимым усилением циклонической завихренности в поле ветра, преимущественно в восточной части ЧМ, а в теплое – в центральной и западной частях моря.

Работа частично выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-45-920014).

Список использованной литературы:

1. А. Б. Полонский, И. А. Кибальчич Циркуляционные индексы и температурный режим Восточной Европы в зимний период // Метеорология и гидрология. 2015. №1. С. 5-17.
2. Бардин М. Ю., Платова Т. В., Самохина О. Ф. Особенности изменчивости циклонической активности в умеренных широтах Северного полушария, связанные с ведущими модами атмосферной циркуляции в Атлантико-Европейском секторе // Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. Т. 2. С. 14-40.
3. Ronald G., McCarty W., Suarez M.J. et al. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) // Journal of climate. 15 July 2017. Vol. 30. P. 5419–5454.

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА КУРОРТАХ
КРЫМА В СВЯЗИ С КРУПНОМАСШТАБНЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ
ПРОЦЕССАМИ МЕЖГОДОВОГО МАСШТАБА**

Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н., Лубков А.С.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г.Севастополь, Россия
amazurenko@mail.ru

В последние несколько десятилетий процессы глобальных изменений климата Земли становятся все заметнее и рассматриваются как реальный фактор воздействия на перспективы устойчивого развития всех сфер жизни человека. Отмечается положительная тенденция роста среднегодовых температур, а также увеличение масштабов и темпов изменения других климатических характеристик, выраженная контрастность погоды и неоднородность распределения сезонных аномалий во времени и пространстве. Территория Крыма характеризуется разнообразием климатических условий, которые благоприятствуют развитию городов как курортов и успешному использованию климатотерапии. В условиях наблюдаемых изменений климата важно изучить закономерности формирования погодно-климатических аномалий и их соответствующих проявлений в биоклиматических показателях.

Целью данной работы является выявление закономерностей изменений и изменчивости биоклиматических показателей на курортах Крымского полуострова в связи с процессами в глобальной системе океан-атмосфера межгодового и десятилетнего масштаба.

Информационной базой в работе послужили ежесуточные приземные данные ре-анализа NCEP/NCAR R1 (сетка $2.5^\circ \times 2.5^\circ$), восстановленные данные наблюдений E-OBS (v17.0) (сетка $0.25^\circ \times 0.25^\circ$) за период 1950 – 2018 гг., а также данные стандартных наблюдений за период 2005-2018 гг. на трех метеостанциях Крыма (Севастополь, Керчь, Ялта). В работе были рассчитаны биоклиматические индексы: эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), весовое содержание кислорода в воздухе (ρO_2), индекс ветрового охлаждения (H_w) и проанализированы закономерности изменения их аномальных величин. Среди множества существующих вариантов выделения экстремальных величин в работе использован относительный (5-ый и 95-ый процентиля), так как он позволяет учесть локальные особенности климата и рельефа местности. В качестве индикаторов глобальных климатических откликов использовались климатические индексы Северо-Атлантического колебания (САК), Восточно-Атлантического колебания (ВАК), событий Эль-Ниньо (ЭН) и Ла-Нинья (ЛН) межгодового процесса Эль-Ниньо-Южное колебание (ЭНЮК). Проявление разных фаз глобальных климатических индексов оценивалось с помощью стандартного метода композитов.

Получены количественные оценки связи аномалий биоклиматических показателей для трех курортных местностей Крыма с процессами в системе океан-атмосфера. Выявлено, что отрицательная фаза САК и ВАК в холодный период сопровождается увеличением H_w во всех городах, а их положительные фазы – уменьшением. При этом ЭНЮК, действуя опосредованно через САК, проявляется противоположным образом. Значения H_w увеличиваются в период отрицательной фазы ЮК (события ЭН) и уменьшаются в период положительной фазы (события ЛН). При этом значения эквивалентных температур наиболее аномально увеличиваются на фоне максимального развития событий ЛН. В то же время, в теплый период года весовое содержание кислорода в воздухе заметно увеличивается в отрицательную фазу индекса ЮК и понижаются в его положительную фазу.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-45-920063.

ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮГО-ВОСТОКА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Иванова А.А., Мирсаева Н.А.

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
asya7496@gmail.com

Расчет биоклиматических показателей и выявление комфортных условий для проживания и рекреации человека в любом населенном пункте, в настоящее время приобретает актуальное значение, потому что трудно найти человека, на самочувствие которого не влияли бы, в той или иной степени, погодные условия.

Целью исследования является расчет биоклиматических показателей Иркутской области и выявление комфортных условий для проживания и рекреации человека.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи: дана подробная климатогеографическая характеристика Иркутской области; рассмотрено влияние основных климатообразующих факторов на здоровье человека; рассчитаны биоклиматические показатели для теплого периода года.

В работе рассчитаны следующие биоклиматические индексы [1]: эффективная температура (ЭТ), эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ), радиационная эквивалентно-эффективная температура (РЭЭТ), нормальная эквивалентно-эффективная температура (НЭЭТ), биологически активная температура (БАТ) и суммарный индекс патогенности (СИП) (табл. 1) по данным 4 метеостанций, расположенных в юго-восточной части Иркутской области (Жигалово, Давса, Иркутск, Большое Голоустное) с 1999 по 2018 гг.

Таблица 1. Среднегодовое значения биоклиматических индексов

Месяц	ЭТ	ЭЭТ	РЭЭТ	НЭЭТ	БАТ	СИП
май	8,2	3,0	14,5	9,4	16,5	13,0
июнь	13,5	6,7	17,5	12,3	18,9	10,8
июль	16,3	9,1	19,5	14,3	20,4	8,7
август	14,8	6,6	17,5	12,3	18,8	9,6
сентябрь	8,7	-1,1	11,1	6,1	13,9	14,9

На основе выполненного исследования получены следующие основные выводы:

1. Наименьшие значения индексов наблюдаются на станции Давса, т.к. она находится севернее остальных.
2. Наибольшие значения наблюдаются в г. Иркутск, т.к. на климат оказывают влияние обогревающие антропогенные факторы.
3. ЭЭТ: биоклиматические условия характеризуются как «прохладно» и «очень прохладно»;
4. РЭЭТ: погодные условия, в среднем, характеризуются как «дискомфортные».
5. НЭЭТ: весь теплый период характеризуется как «дискомфорт».
6. БАТ: комфортные условия в Иркутской области наблюдаются весь теплый период.
7. Суммарный индекс патогенности: погодные условия всего теплого периода характеризуются как «раздражающие», за исключением июля («оптимальные (комфортные)»).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-55-00014 Бел_а.

Список использованной литературы:

1. Исаев А.А. Экологическая климатология / А.А. Исаев. – М: Научный мир, 2003. – 458 с.

СВЯЗЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ С ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В 1961-2017 ГГ. ПО ДАННЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И РЕАНАЛИЗА

Алешина М.А.^{1,2}, Семенов В.А.^{1,2}, Чернокульский А.В.²

Институт географии РАН, г. Москва, Россия

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

aleshina@igras.ru

Ключевые слова: экстремальные осадки, соотношение Клаузиуса-Клапейрона, увеличение температуры, метеорологические станции, реанализ ERA-Interim.

Современные изменения климата проявляются не только в увеличении средней глобальной температуры, но и в интенсификации гидрологического цикла в атмосфере. В ряде работ подчеркивается связь интенсивности экстремальных осадков и температуры воздуха как возможного механизма усиления осадков за счет увеличения влагоудерживающей способности атмосферы в соответствии с соотношением Клаузиуса-Клапейрона. Однако, показатели экстремальности режима осадков характеризуются высокой степенью пространственной неоднородности, что делает важным проведение региональных исследований по этой проблеме. Для многих территорий было показано, что в условиях очень высоких температур увеличение интенсивности экстремальных осадков может сменяться на уменьшение.

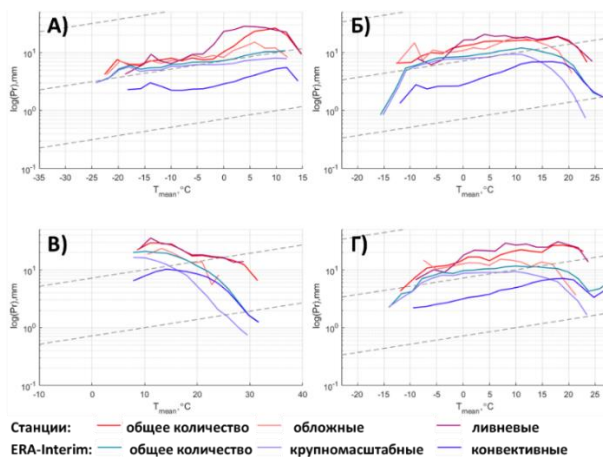


Рисунок 1 – Значения 95-го перцентиля суточных сумм осадков, обложных и ливневых осадков в логарифмической шкале как функция средней температуры зимой (А), весной (Б), летом (В) и осенью (Г) по данным метеорологических станций (красные линии) и реанализа ERA-Interim (синие линии) для юга Европейской территории России. Пунктирными линиями показано соотношение Клаузиуса-Клапейрона.

В данной работе была исследована зависимость температуры и осадков для территории России на основе данных метеорологических станций и реанализа ERA-Interim с суточным разрешением. Показано, что в большинстве случаев между интенсивностью экстремальных осадков и температурой существует статистически значимая связь, зависящая как от времени года, так и от типа наблюдаемых осадков. Для зимы наиболее характерными являются обложные осадки, интенсивность которых в большинстве регионов России увеличивается по мере роста температуры в соответствии с соотношением Клаузиуса-Клапейрона. Летом обложные и конвективные осадки перестают усиливаться при высоких температурах (15-20°C), в некоторых случаях увеличение осадков сменяется на их уменьшение. Снижение относительной влажности при температурах поверхности суши летом выше 15-20°C говорит о доминирующей роли наличия источника влаги в процессе осадкообразования при более высоких температурах.

Исследование выполнено в рамках проектов РФФИ № 20-55-14003 и РНФ № 19-17-00242.

СЕЗОННЫЙ ХОД И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ В ВЕРХНЕМ СЛОЕ ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Валле А.А., Полонский А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ogorodovaa.a@mail.ru

За последние несколько десятков лет содержание растворенного кислорода в промежуточных водах Черного моря значительно уменьшилось. При этом в верхнем перемешанном слое (ВПС), который характеризуется высокоамплитудными сезонными вариациями гидролого-гидрохимических характеристик, однонаправленные тенденции в изменении содержания растворенного кислорода не обнаружены [1, 2]. Поэтому постоянный мониторинг этого ключевого параметра гидролого-гидрохимического режима вод очень важен.

В настоящей работе показано, что сезонная изменчивость кислорода и температуры хорошо выражена от поверхности до ~40–50 м. Именно в этом слое происходит конвективное перемешивание в зимний период и с января до апреля он характеризуется близкими значениями кислорода на различных горизонтах. Постепенный весенне-летний прогрев верхнего слоя вод приводит к повышению температуры и уменьшению толщины ВПС. В результате этого концентрация кислорода в ВПС понижается. С началом осенне-зимнего выхолаживания и развития конвекции температура ВПС падает, а его толщина растет. Вследствие этого концентрация кислорода в верхнем слое моря снова повышается. Глубже 50 м происходит резкое снижение содержания растворенного кислорода. Сезонная изменчивость концентрации растворенного кислорода и температуры на этих глубинах слабо выражена.

Обнаружено, что концентрация кислорода за период с 1955 по 2020 гг. в слое 20–100 м значительно ниже, чем наблюдалось ранее. На горизонте 50 м содержание кислорода по данным до 2004 г. составляет в среднем около 300 μM , тогда как по новым данным ~ 270 μM . На горизонте 50 м наблюдается рост температуры, особенно выраженный в осенне-зимний период. На горизонте 75 м по старым данным содержание кислорода составляло ~ 220 μM , а нами получены значения на горизонте 75 м, которые составили ~ 150 μM . На горизонте 150 м содержание кислорода, как и раньше, минимально. Температура на горизонтах 75–100 м в зимний период и в среднем за год существенно выросла, а в летне-осенний – наоборот, несколько уменьшилась.

В ходе анализа сезонного хода растворенного кислорода и температуры было выявлено, что в слое от поверхности моря до максимальной глубины конвективного перемешивания сезонный ход кислорода и температуры принципиально не изменился за почти 100-летний период инструментальных наблюдений. Вместе с тем, в слое 50/75 – 150 м наблюдается значимое повышение температуры и понижение содержания кислорода, продолжающиеся в последние годы. Вероятнее всего, резкое снижение концентрации кислорода в промежуточном слое связано с обострением стратификации, приводящем к ослаблению вертикального перемешивания вод. В последние десятилетия эта тенденция поддерживается также усилением восходящих движений в подповерхностном слое, связанным с усилением завихренности ветра после 1980 г.

Работа частично выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-45-920014).

Список использованной литературы:

1. *Decline of the Black Sea oxygen inventory / A. Capet [et al.] // Biogeosciences. 2016. Т. 13. С. 1287–1297.*
2. *Полонский А.Б., Котолупова А.А. О долгопериодной изменчивости кислорода, растворенного в водах Чёрного моря // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476. №. 2. С. 228–232. DOI: 10.7868/S0869565217260231*

**ВНУТРИГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИУСТЬЕВОЙ АКВАТОРИИ У Р. ДУНАЙ И В СЕВЕРО-
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Гребнева Е.А., Полонский А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
Lenagrebneva12@gmail.com

Северо-западная часть Черного моря (СЗЧМ) - гипертрофная акватория, в которую впадают четыре крупные реки – Дунай, Днепр, Днестр и Южный Буг. Дунай - наиболее полноводная река Черноморского бассейна, на него приходится около 80 % речного стока в СЗЧМ и около 36 % естественного притока пресных вод Черного моря. Дунай (в отличие от трех других крупных рек, указанных выше) впадает непосредственно в море, а не в лиманы, которые значительно сокращают поступление биогенных веществ с речными водами на шельф. (Миничева, 2006; Воробьева, 1998). Основное влияние на колебания стока р. Дунай оказывают изменения климатических условий над площадью его водосбора. Годовой сток в полноводные годы достигает 313 км³, а в засушливые - может снижаться до 123 км³ (Зайцев, 1989). Это приводит к значительным межгодовым вариациям гидролого-гидрохимических характеристик вод в приустьевой зоне моря. Значения рН в поверхностном слое, приустьевой зоне р. Дунай достигают 9,3, при средней величине рН = 8,69, а в придонном слое 8,86, при средней величине рН = 8,28. В период развития гипоксии величина рН в придонном слое падает до 7,39 ед. рН (Воробьева, 1998). Такие резкие изменения основного показателя гидрохимического состава морской воды оказывают негативное влияние на морские экосистемы, способствуют снижению биоразнообразия и рыбных запасов (Воробьев, 1998; Кондратьев, 2014). Именно по этой причине значительное внимание исследователей биогеохимического режима Черного моря было сосредоточено на акватории приустьевых областей СЗЧМ (Mikhailov et al., 2008; Михайлов, 1988). В настоящей работе приводится анализ пространственной и внутригодовой изменчивости величины рН в поверхностном слое акватории приустьевого взморья реки Дунай и в северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) по историческим данным, собранным в Институте природно-технических систем. Показано, что пространственные неоднородности величины рН на акватории исследования в основном определяются биогеохимическими процессами в зоне смешения речных и морских вод, а в непосредственной близости к дельте р. Дунай - характеристиками впадающих речных вод. Анализ сезонного хода величины рН показал, что амплитуда сезонных колебаний в акватории приустьевого взморья р. Дунай существенно выше, чем в районе СЗЧМ. Сезонная динамика в значительной степени определяется сезонным циклом в развитии биопродукционных процессов, зависящих от температурных условий и вертикальной стратификации, на которые существенным образом влияет объем стока речных вод. Увеличение расхода р. Дунай в весенний период приводит к формированию резкой плотностной стратификации в верхнем слое вод, прогреву тонкого перемешанного слоя в летний период, что сопровождается интенсификацией биологических процессов и увеличением величины водородного показателя. Корреляционная функция, характеризующая влияние расходов р. Дунай на величину рН, достигает максимума при временном сдвиге (запаздывании рН) на два месяца относительно экстремальных величин стока.

Работа частично выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-45-920014).

Список использованной литературы:

- Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Зайцева Ю.П., Александрова Б.Г., Миничевой Г.Г. Киев: Наукова думка, 2006. 701 с.
- Екосистема узмор'я Української дельти Дунаю / Відп. ред. Л. В. Воробйова. Одеса: Астропринт, 1998. 332 с.
- Mikhailov V.N., Mikhailova M.V. River Mouths / The Handbook of Environmental Chemistry. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag. 2008. V.5. Part Q. P.91–133.

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ МЕТОДОМ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ

¹Морозова С.В., ¹Полянская Е.А., ^{2,3}Кононова Н.К.

¹ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского, Россия, Саратов

²ФГБНУ Институт географии РАН, Россия, Москва

³Федеральный исследовательский центр Института биологии южных морей имени А.О.Ковалевского, Россия, Севастополь
swetwl@yandex.ru

Современное состояние земной климатической системы (ЗКС) оценивается как глобальное потепление. Модельные эксперименты показывают дальнейший рост приповерхностной температуры воздуха. Однако, однонаправленные изменения в земной климатической системе происходят крайне неоднородно. На фоне неуклонного роста температуры воздуха имели место период относительного похолодания в 50-е – 60-е годы XX века, замедление темпов потепления в нулевых годах XXI века. Учет нелинейных взаимодействий в гидродинамических моделях представляет очень сложную задачу, поэтому результаты гидродинамического моделирования по разработке будущих климатических сценариев нуждаются в статистической коррекции.

Авторами настоящей публикации предлагается физико-статистический метод прогнозирования климатической изменчивости на конечных масштабах времени. Поскольку на обозначенных временных интервалах климатические флуктуации определяются общей циркуляцией атмосферы, то объектом моделирования стала планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) – глобальный объект циркуляции. Для статистических расчетов использованы две ее характеристики – площадь и интенсивность. Под площадью ПВФЗ понимается площадь околополюсного пространства, ограничиваемое с юга (для Северного полушария) осевой изогипсой. Интенсивность ПВФЗ оценивалась горизонтальной составляющей скорости геострофического ветра. Исследовав динамику ПВФЗ в различные интервалы климатической изменчивости, выделенные по ходу средней глобальной температуры Северного полушария, авторы описали механизм отрицательной обратной связи, действующей в земной климатической системе (рисунок).

$$\begin{aligned} \Delta t > 0 &\rightarrow \Delta S > 0 \rightarrow \Delta V < 0 \rightarrow \Delta t < 0 \\ \Delta t < 0 &\rightarrow \Delta S < 0 \rightarrow \Delta V > 0 \rightarrow \Delta t > 0 \end{aligned}$$

Рисунок. Схема отрицательной обратной связи (Δt , ΔS и ΔV изменения средней температуры полушария, площади ПВФЗ и средней скорости зонального ветра соответственно)

Согласно представленной схеме (рисунок) при переходе от холодного климатического периода к теплему ПВФЗ продвигается к югу, площадь увеличивается. При этом градиенты и средняя скорость зонального ветра уменьшаются, и расширяется область отрицательных аномалий температур. Данный процесс может рассматриваться как механизм, тормозящий развитие потепления. Такая своеобразная динамика ПВФЗ препятствует необратимости процессов в земной климатической системе и может рассматриваться как отрицательная обратная связь (ООС). Данная закономерность установлена на материалах 1949 – 2000 гг. Прогностический климатический сценарий на основе выявленной ООС - наступление очередного непродолжительного периода стабилизации, аналогичному наблюдаемому в середине XX века, только на более высоком температурном фоне. Наблюдаемое замедление темпов потепления в начале XXI века позволяет считать климатический прогноз оправдавшимся. Считаем, что исследование климата и прогнозирование климатической изменчивости на основе обратных связей является весьма перспективным.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Института географии РАН, проект №. 0148-2019-0009 и в рамках НИР ФИЦ ИнБЮМ (регистрационный номер: АААА-А19-119061-190081-9).

ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ОСНОВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОВОЛЖЬЕ И ИХ СВЯЗЬ С ВНЕШНИМИ ФАКТОРАМИ

¹Переведенцев Ю.П., ²Шерстюков Б.Г., ¹Шанталинский К.М., ¹Аухадеев Т.Р., ¹Мягков М.А.

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации-
Мировой центр данных, Обнинск, Россия
ypereved@kpfu.ru

Происходящие глобальные климатические события находят свой отклик в различных регионах Земли, включая территорию Поволжья и Предуралья. Анализ временного хода аномалий осредненной по полушариям приповерхностной температуры воздуха (СГТВ) с 1850 по 2019г. по данным CRU позволил выявить 60-70-летнее колебание, которое проявляется и в региональном плане. Начиная с 1850г. в исследуемом районе, как и на всем Северном полушарии (СП) в целом, наблюдается рост СГТВ. С помощью фильтра Поттера во временных рядах 187 метеостанций выделялись низкочастотные компоненты (НЧК) с периодом 15 лет и более, согласно которым глобальные и региональные изменения СГТВ до середины 1970-х годов носили колебательный характер, иногда противофазного характера, однако в последние десятилетия отмечается однонаправленный рост температуры всего СП, суши СП и Приволжского федерального округа (ПФО). При этом коэффициент корреляции между региональной температурой и всего СП для зимы составил 0.63, а лета 0.41, что свидетельствует о влиянии глобального фактора.

Анализ низкочастотных компонент с периодом более 25 лет приземной нормированной аномалии СГТВ ($\Delta T/\sigma$) на длиннорядных станциях Казань, Пенза, Саратов (Поволжье) и станциях Пермь, Уфа, Оренбург (Предуралье) в период 1855-2018гг. показал, что потепление климата происходит во всем регионе. И если в Поволжье (запад) переход от отрицательных значений $\Delta T/\sigma$ к положительным произошел с 1965 по 1970г., то на востоке (Предуралье) он растянулся с 1965 до 1980г., и потепление происходит менее интенсивно.

Для оценки роли атмосферной циркуляции в формировании термического режима региона рассчитывались коэффициенты корреляции r между среднемесячными значениями температуры осредненной по региону и индексами циркуляции NAO, AO, SCAND в период 1954-2018гг. в течение года. Наиболее тесная положительная связь температуры наблюдается в декабре-марте с индексом NAO (достигает в декабре значения 0.47), так и индексом AO, ($r=0.43$ в январе). Значимая отрицательная корреляция с индексом SCAND обнаруживается в январе и феврале ($r=-0.6$), в летний период она незначима. Атлантическая мультидекадная осцилляция (АМО), находящаяся в теплой фазе, также оказывает влияние на регион. Связь температуры и осадков ПФО с солнечной активностью, индексом SOI незначима, в то же время неравномерность вращения Земли находит свой отклик в поле температуры региона ($r=-0.28$ зимой и $r=-0.25$ летом), поскольку этот фактор влияет на циркуляцию атмосферы.

Были выявлены также дальние синхронные и асинхронные связи между долгопериодными колебаниями климата в Казани и узлами сетки всего Земного шара, включая океаны, которые использовались для оценки долгопериодных изменений СГТВ. Так, обнаруженная тесная асинхронная связь СГТВ г. Казани и температуры воды в районе пролива Дрейка позволила построить регрессионное уравнение со сдвигом на 35 лет и прогнозировать СГТВ в Казани до 2051г.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект 18-05-00721, 18-45-160006 и 20-55-00014).

БУДУЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК К СЕРЕДИНЕ И КОНЦУ 21 ВЕКА ПО АНСАМБЛЕВЫМ РАСЧЕТАМ С РКМ ГГО

Пикалёва А.А., Школьник И.М., Ефимов С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение “Главная геофизическая обсерватория им.А.И.Воейкова”, г. Санкт-Петербург, Россия
pikaleva@main.mgo.rssi.ru

Природные комплексы, как и хозяйственная деятельность современного мирового общества, становятся все более зависимыми от погодно-климатических условий. Увеличение в последние годы опасных и экстремальных явлений погоды особенно ярко проявляют эту зависимость. Рациональное ведение хозяйственной деятельности и ее планирование невозможно без учета климатических особенностей региона, его видовой и экосистемной специфики. Различные элементы природных систем в разной степени зависят от погодных условий, поэтому прикладные исследования по оценке воздействий и их результаты должны быть адресными, ориентированными на нужды и требования конкретного природного комплекса и его составляющих.

На сегодняшний день многие оценки будущих изменений климата получены в результате расчетов с региональными климатическими моделями, имеющими разрешение порядка 20-30 км (для заданных регионов), и основанными на численном решении систем уравнений гидротермодинамики. Такое разрешение позволяет учитывать влияние на эволюцию климата мезомасштабных факторов – более реалистичной орографии, небольших внутриконтинентальных водоемов, изменчивых характеристик растительности и свойств подстилающей поверхности, детальным описанием прибрежных зон и т.п. В данном исследовании ансамблевые расчеты будущих изменений климата проводятся с помощью системы моделей глобального и регионального климата. Ключевые элементы системы – созданные в ФГБУ «ГГО» спектральная глобальная (версия T42L25) и встроена в нее конечно-разностная региональная модели «атмосфера-криосфера-деятельный слой почвы» имеют пространственные разрешения 200 км и 25 км соответственно. Всего с системой моделей было проведено 50 экспериментов по моделированию будущих изменений климата по сценарию МГЭИК RCP8.5. Расчеты проводились от разных начальных условий в атмосфере и на подстилающей поверхности суши для четырех десятилетних периодов: один базовый 1990-1999 гг. и три прогностических 2030-2039 гг., 2050-2059 гг. и 2090-2099 гг. Таким образом, для каждого из этих временных интервалов модельные расчеты включают в совокупности по 500 лет.

Анализ результатов ансамблевых расчетов с РКМ дал возможность детализировать сценарный прогноз изменений температурного и влажностного режимов на территории северных регионов России в 21 веке. Полученные распределения будущих изменений позволили оценить особенности не только средних по ансамблю изменений, но и экстремальных значений.

Полученные результаты могут быть использованы при комплексной оценке воздействий климатических изменений на функционирование систем энергоснабжения, транспортной и строительной инфраструктуры, сельского и лесного хозяйства в разных субъектах РФ с последующей выработкой научно обоснованных рекомендаций по региональной адаптации к будущим изменениям климата.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-17-00063).

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ СЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Пряхина С.И., Ормели Е.И.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия
meteokatenok@mail.ru

Основной особенностью современных изменений климата является глобальное потепление XX столетия (начиная с 1970-х годов) – начала XXI века. Исследование региональных климатических изменений в количественном аспекте необходимо, прежде всего, для обоснования мер по адаптации сельского хозяйства к таким изменениям. Среди агротехнических приемов и применяемых технологий возделывания сельскохозяйственных культур важная роль принадлежит определению оптимальных сроков сева. Что особенно важно для озимых зерновых культур, которые должны успеть хорошо подготовиться к зимовке. Переросшие осенью растения (более 6 побегов) интенсивнее расходуют запасы питательных веществ на дыхание зимой и подвергаются вымерзанию и выпреванию. Наибольший урожай дают озимые таких сроков сева, при которых растения к концу вегетации успевают хорошо раскуститься (3–6 побегов кустистости) и достигнуть этапа готовности к формированию зачаточного колоса (2 этап органогенеза), чтобы весной выколоситься в наиболее ранние даты.

А.А. Шиголевым было определено, что при наличии достаточных запасов влаги в почве от посева до появления 3-го побега кушения необходима сумма эффективных температур равная 200°C, а до появления 6-го побега – 300°C (Шиголев, 1941). Используя данные выводы, по станции Саратов ЮВ за 1941-2017 гг. были рассчитаны оптимальные сроки сева озимых культур: от даты прекращения осенней вегетации (от перехода температуры через плюс 5 °С) в обратном порядке ежедневно набиралась сумма эффективных температур, равная 300°C. День, на который приходилась эта сумма и считался оптимальным сроком сева озимых культур в данном году (табл. 1).

Таблица 1 – Оптимальные и фактические сроки сева озимой пшеницы, станция Саратов ЮВ, 1941 – 2017 гг. (по десятилетиям) (составлено автором)

Десятилетия	Оптимальный срок сева	Фактический срок сева	Отклонение от оптимальных сроков сева в днях
1941-1950	03.09	-	-
1951-1960	03.09	-	-
1961-1970	04.09	-	-
1971-1980	02.09	27.08	6
1981-1990	03.09	29.08	5
1991-2000	05.09	31.08	6
2001-2010	07.09	30.08	8
2011-2017	08.09	-	-
1941-2017	04.09	29.08	6

Фактический сев озимой пшеницы проводится в конце августа (27-31 августа). Расчет оптимальных сроков сева, проведенный по методу А.А. Шиголева показал, что с потеплением климата, срок посева сместился на 5–6 дней на более поздний период. За последние два десятилетия дата оптимального срока сдвинулась на 10 дней и приходится на конец первой декады сентября (7–8 сентября).

Список использованной литературы:

Шиголев, А.А. Руководство для обработки фенологических наблюдений и составления фенологических прогнозов // Л.: Гидрометеиздат, 1941. – 268 с.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЛЯ ВЕТРА НА КАНАРСКИЙ И БЕНГЕЛЬСКИЙ АПВЕЛЛИНГИ

Серебренников А.Н., Полонский А.Б.

Институт природно-технических систем РАН, Севастополь, Россия

swsilv@gmail.com

Пространственная структура прибрежного ветра оказывает сильное влияние на характер апвеллинга, температуру поверхностного слоя вод и биогеохимические процессы в прибрежных районах океана. Сгонный приповерхностный ветер (ПВ) в районах апвеллинга может усиливать или ослаблять скорость восходящих движений в океане за счет как изменения модуля вектора (т.е. скорости сгонного ветра), так и пространственной структуры поля ветра, которая может в большей или меньшей способствовать подъему вод. Интенсивность апвеллинга определяется вертикальной скоростью, которая зависит от экмановского сгона (или транспорта, W_{EUI}) и завихренности в поле ветра (или экмановской накачки, W_{EP}). Как показано в опубликованных ранее работах, для большинства крупномасштабных океанических апвеллингов, развивающихся в восточных частях Тихого и Атлантического океанов, основной вклад в подъем вод вносит экмановский сгон. Вклад W_{EP} в несколько раз меньше. Причем апвеллинги в последние ~35 лет интенсифицируются. В настоящей работе рассматривается методика, позволяющая разделить относительный вклад изменения направления и увеличения скорости ПВ в общее увеличение W_{EUI} .

Методика рассмотрена на примере Бенгельского (13–36° ю. ш., 0–20° в. д.) и Канарского (10–36° с. ш., 5–30° з. д.) апвеллингов. В работе проанализированы 6-и часовые векторные карты приповерхностного ветра (Cross-Calibrated Multi-Platform Ocean Surface Wind) с разрешением 0,25° × 0,25° за 31-летний период (с 1988 по 2018 гг.), полученные с сайта PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center), NASA (remss.com). Все характеристики ПВ (зональная, меридиональная компоненты и модуль вектора ветра) были посуточно усреднены. Расчеты проводились в специальных фиксированных масках, построенных для каждого апвеллинга в своем диапазоне широт и ограниченных, с одной стороны, береговой линией, а с другой – воображаемой кривой, удаленной от берега на расстояние 1.75 градуса долготы.

Вертикальная скорость экмановского транспорта находится как среднее арифметическое мгновенных скоростей, вычисленных в каждой точке предполагаемой области апвеллинга. В формулу расчета W_{EUI} входит касательное напряжение ветра (τ), которое рассчитывается из мгновенных значений модуля (W), зональной (U) и меридиональной (V) компонент скорости приповерхностного вектора:

$$\begin{aligned}\tau_x &= \rho_a \times C_d \times (U^2 + V^2)^{1/2} \times U, \\ \tau_y &= \rho_a \times C_d \times (U^2 + V^2)^{1/2} \times V,\end{aligned}$$

где τ_x и τ_y – зональная и меридиональная компоненты касательного напряжения ветра;

ρ_a – плотность воздуха в нормальных условиях (1.22 кг м⁻³);

C_d – безразмерный эмпирический коэффициент.

В этих формулах можно выделить модуль вектора ветра и компоненты U и V , отвечающие за сгонное направление вектора приводного ветра. Т.о., при определенном мгновенном значении модуля скорости можно оценить вклад изменения направления ветра в усиление (или ослабления) апвеллинга. Иначе, фиксируя направление ветра, можно вычислить влияние изменения скорости ветра на рост (или падение) W_{EUI} .

Результаты расчетов проведенных по данным о поле ветра за 31 год, показали, что основной вклад в увеличение среднегодовой вертикальной скорости экмановского транспорта (W_{EUI}) в этот период приходится на усиление модуля вектора ПВ. Этот вклад превышает 80%.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КРИТИЧЕСКОГО СЛОЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИНДООКЕАНСКОГО ДИПОЛЯ

Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
uzundja@mail.ru

Индоокеанский диполь (ИД) является одним из главных региональных механизмов перераспределения тепла в Индийском океане. В свои экстремальные фазы диполь проявляет себя в интенсивных аномалиях температуры поверхности океана и уровне осадков в западной и восточной частях тропической зоны Индийского океана. Согласно последним исследованиям (Saji, 2018), можно выделить два основных типа ИД. Первый тип напрямую зависит от событий ИД. Существование второго, не связанного с ЭНЮК типа ИД обычно связывают с сезонной климатической изменчивостью. Ранее было высказано предположение, что самостоятельная генерация событий ИД, как внутренней Индоокеанской моды, может возникать за счет неустойчивости системы зональных течений. Данная неустойчивость может возникать в критическом слое, в котором фазовая скорость волн Россби совпадает с зональной скоростью средних течений. С помощью климатических данных за 1960–2005 гг. было показано, что формирование этого слоя возможно в окрестности 13° ю.ш. в Индийском океане в период с мая по ноябрь (Полонский, 2019).

В данной статье производится уточнение характеристик критического слоя с использованием современных данных ре-анализа по потенциальной температуре, солёности и скорости зональных течений к югу от экватора в Индийском океане. Предполагалось, что использование более совершенных данных позволит получить более точные величины фазовой скорости волн Россби и средних зональных течений и, как следствие, уточнить регион формирования и глубину залегания критического слоя в тропической зоне Индийского океана на среднегодовом и среднемесячном масштабе.

В работе использованы результаты оперативного ре-анализа (ORAS5) Европейского центра среднесрочного прогноза погоды (ECMWF) за 1979 – 2018 гг. по вертикальному распределению потенциальной температуры, солёности и зональной компоненты скорости течений для региона, ограниченного координатами 3,5 – 20,5° ю.ш. и 45 – 100° в.д. По этим данным для каждого месяца вычислялось среднее значение потенциальной плотности, частота Вэйсяля-Брента и фазовая скорость низшей бароклинной моды длинной волны Россби. Координаты и глубины тех точек, где фазовые скорости равны средним скоростям зональных течений вычислялись с помощью интерполяции. Таким образом устанавливалась локализация критического слоя.

Полученные результаты демонстрируют, что в западной части бассейна (на 49 – 50° в.д.) в окрестности 11 – 12° ю.ш. формируется критический слой. В этом слое фазовая скорость волн Россби равна средней скорости зональных течений. Именно здесь возможно развитие неустойчивости в системе зональных течений. Причем, это относится к среднегодовым параметрам. Полученные результаты позволят в будущем выделить события ИД разных типов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00183.

Список использованной литературы:

Saji N.H. The Indian Ocean Dipole // Oxford Research Encyclopedia of Climate Science. 2018. P. 1–46.

Полонский А.Б., Торбинский А.В. Критический слой в экваториально-тропической зоне и Индоокеанский диполь // СКОС. – 2019. – № 2 (36) – С. 88–93

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕ-АНАЛИЗОВ ORAS5/SODA3/GLORYS С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ RAMA ПО ДАННЫМ СРЕДНЕМНОГОЛЕТНИХ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
uzundja@mail.ru

Результаты оперативных ре-анализов приобретают все более широкое распространение для изучения процессов в системе «океан – атмосфера». Эта информация может быть использована при решении как фундаментальных, так и прикладных задач. Такие данные могут существенно отличаться от результатов прямых инструментальных измерений. В связи с этим, совместный анализ данных реальных наблюдений и различных продуктов ре-анализа очень важен для верификации последних. В Индо-океанском регионе, где региональные климатические аномалии являются прямым следствием изменения поля температуры в верхнем слое океана, а количество высококачественных океанографических наблюдений мало, эта проблема особенно актуальна.

Целью данной статьи является оценка эффективности ре-анализов ORAS5/SODA3/GLORYS с помощью данных инструментальных наблюдений RAMA в Индийском океане. Для этого данные ре-анализов сравниваются с данными измерений, выполненных на заякоренных буйках RAMA. Предполагается, что выбор более совершенного ре-анализа позволит более точно определить время и регион формирования критического слоя в тропической зоне Индийского океана на среднегодовом и среднемесячном масштабах. Это принципиально важно для мониторинга Индоокеанского диполя (ИД) и его региональных проявлений, а также для уточнения механизма генерации ИД как независимой моды, не связанной с тихоокеанскими событиями Эль-Ниньо – Южное Колебание [Saji, 2018].

В работе использованы данные ORAS5/SODA3/GLORYS/RAMA по вертикальному распределению потенциальной температуры, солёности и зональной компоненты скорости течений за период 2007–2018 гг. в точках с координатами 55° в.д. 12° ю.ш., 67° в.д. 12° ю.ш. и 93° в.д. 12° ю.ш. Эти данные использовались для сравнения среднемноголетних гидрофизических характеристик, рассчитанных по данным ре-анализов и по прямым наблюдениям на буйках за каждый месяц.

Показано, что в точках постановки буйев RAMA на 12° ю.ш. ре-анализы ORAS5, GLORYS и SODA3 хорошо воспроизводят среднемноголетние данные измерений по потенциальной температуре и солёности. Величины зональной компоненты вектора течений во всех трех ре-анализах меньше наблюдаемых величин на 2–31%. Ре-анализ ORAS5 в целом меньше других занижает величину средней зональной скорости. Полученные результаты могут быть использованы при выборе ре-анализа, данные которого максимально близки к реальным наблюдениям. Это важно, например, при изучении механизмов генерации событий ИД.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00183.

Список использованной литературы:

Saji N.H. The Indian Ocean Dipole // Oxford Research Encyclopedia of Climate Science. 2018. P. 1–46.

ОЦЕНКА МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПАРАМЕТРОВ ТРОПОПАУЗЫ СЕВЕРНЫХ ШИРОТ

¹Шаркова С.А., ¹Червяков М.Ю.

¹ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, Саратов
sarkova277@gmail.com

Проблема глобального потепления климата в последнее время является одной из главных тем для исследования в большинстве стран. Климатические изменения проявляются как в приземном слое, так и на высоте тропопаузы, разделяющей тропосферу и стратосферу. Изменение характеристик тропопаузы косвенно зависит от потоков тепла в верхней и нижней тропосфере и нижней стратосфере [1]. Большое значение в условиях меняющегося климата имеет информация об изменении структуры тропопаузы арктического региона.

Методом исследования послужила раскодировка аэрологических телеграмм, кодированных по правилу КН-04. Для исследования изменчивости использовался архив данных радиозондирования Университета Вайоминга (США) за летний период (июнь-август) с 2012 по 2017 гг. в ночное и дневное время [2].

Проведен анализ высоты и температуры воздуха на уровне нижней границы тропопаузы, направлении и скорости ветра на этом же уровне для трех станций с различными климатическими условиями арктического региона: «Greenland Environmental Observatory at Summit (GEOSummit)», «Черский» и «Нарьян-Мар».

Динамика изменчивости за период 2012 – 2017 гг. одинакова для всех рассматриваемых станций. Так выявлено, что в летний период времени высота тропопаузы увеличивается на 50-200 м и амплитуда колебаний высоты достигает 7 и более км. Анализ температуры на нижней границе тропопаузы показал её существенные временные вариации, амплитуда которых может за сезон достигать 30 и более градусов и общее её снижение на 2-5 градусов.

Скорость ветра на нижней границе тропопаузы в рассматриваемый период времени на станции Нарьян-Мар в среднем равна 40 м/с, на станции Черский – 39 м/с, на о. Гренландия – 32 м/с. Отмечается общая тенденция увеличения скорости на уровне тропопаузы на 10 м/с. Преобладающее направление ветра – западное, юго-юго-западное.

Нужно отметить, что высота тропопаузы и скорость ветра взаимосвязаны. При увеличении высоты тропопаузы происходит увеличение скорости ветра. Также выявлено, что между температурой на нижней границе тропопаузы и её высотой существует связь, которая при постоянном вертикальном градиенте температуры в тропосфере и отсутствии инверсионных и изотермических слоев будет стремиться быть линейной. Тем не менее, эта взаимосвязь будет зависеть также и от других факторов: времени года, условий распределения температуры с высотой, температуры у поверхности земли, адвективных потоков у поверхности земли и на высоте.

Список использованной литературы:

1. Червяков М. Ю., Шаркова С. А. Изменчивость характеристик тропопаузы в Арктике по данным радиозондирования атмосферы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2019. Т. 19, вып. 1. С. 42–48.
2. University of Wyoming College of Engineering [Электронный ресурс]: URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА

Широков Р.С.

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия
shirocov@gmail.com

Изменение климатических условий влияет на социально-экономическую деятельность регионов, условия проживания людей и здоровье населения; ведет к изменениям в природной среде и отражается на видовом составе флоры и фауны, уровне рек, погодных условиях, сезонной ритмике, таянии многолетнемерзлых пород, распространении ареалов природно-очаговых заболеваний т.д. Все может повлечь за собой возникновение экологических катастроф. На основании многолетних данных метеонаблюдений установлено, что начиная с 1970-х гг. в Арктике в целом и на Западном Ямале, в частности, наблюдается потепление. Анализ климатических данных показал, что для Западного Ямала наблюдается увеличение продолжительности теплого периода, что приводит к ускоренной деградации субаквальной мерзлоты, дополнительной эмиссии метана из мерзлых пород в водную толщу и ускорению биогеохимических процессов.

Повышение температуры воздуха, увеличение продолжительности безледного периода вызывает повышение среднегодовой температуры воды в мелководной области. На основании результатов измерения толщины сезонного (припайного) льда за 1998-2018 гг. можно сделать вывод, что потепление климата в наибольшей мере сказывается на ледовом покрове. С 1978 по 2018 гг., в среднем, по району исследований среднегодовая температура повысилась с -6,8 до -4,6°C. Из-за потепления климата в этой зоне наблюдается затруднение новообразования мерзлоты и нарушается ее стабильность (IPCC. 2018).

На основании многолетнего мониторинга (30 лет) динамики морских берегов установлено, что скорость отступления термоабразионных берегов не связана непосредственно с показателями климатических изменений, но определяется более сложными связями с характеристиками атмосферных процессов. Средняя многолетняя скорость отступления берегов в районе исследований составляет около 1,7 м/год, изменяясь от 0,4 м/год до 3,2 м/год в разные периоды (Васильев и др., 2018). Таким образом, ширина полосы риска прибрежно-морской области, обусловленная интенсивным развитием криогенных процессов, составляет около 400 м от береговой полосы вглубь берега.

Анализ данных длительного мониторинга позволяет заключить, что в пределах прибрежно-морской области Западного Ямала на коротком пространстве в ее разных природных зонах одновременно наблюдаются реверсивные реакции (тренды) компонентов природной среды на климатические изменения, определяющие динамику геоэкологических условий этих зон. В целом же геоэкологические условия области можно пока считать достаточно устойчивыми, за исключением случаев промышленного освоения, при котором антропогенная нагрузка может превысить адаптивные возможности природной среды.

Исследование условий и параметров деградации многолетнемерзлых пород выполнено при поддержке РФФИ, грант № 18-05-60004, оценка изменения геоэкологических условий проведена при поддержке гранта РФФИ 19-35-90049.

Список использованной литературы:

Васильев А.А., Облогов Г.Е., Стрелецкая И.Д., Широков Р.С. Новообразование многолетнемерзлых пород на низких лайдах Карского моря // Криосфера Земли. – 2018. – Т. 12. – №. 5. – С. 36 – 46.

IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva Switzerland, World Meteorological Organization, 32 p.

**ИЗМЕНЕНИЯ СТАТИСТИКИ ДВУМЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ТЕПЛА
НА ТЕРРИТОРИИ РФ ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ**

Бардин М.Ю.

Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля
mick-bardin@yandex.ru

В представленной работе сравниваются различные определения двумерных областей тепла по сеточным данным.

Анализируются статистики следующих характеристик: географическое распределение частот и интенсивностей, время жизни, интенсивность в зависимости от фазы жизненного цикла и др. При этом рассматриваются характеристики для двух типов областей: подвижных и стационарных.

Сравниваются статистики для двух периодов. Первый - периода до начала – в начале современного потепления, который охватывает временной промежуток с 1951 по 1970 гг.). Второй период - последнее двадцатилетие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 18-05-60183.

ИЗМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ GRACE И GRACE-FO

Зотов Л.В.

Национальный Исследовательский Университет Высшая Школа Экономики,
Московский Институт Электроники и Математики, Москва
lzotov@hse.ru

Спутники-близнецы GRACE предоставляли информацию по гравитационному полю Земли с 2003 по 2017 гг и стали одной из самых успешных космических миссии NASA/DLR за последние десятилетия. Данные GRACE позволили оценить темпы таяния ледников Гренландии, Антарктиды, Гималаев, Аляски, деградации вечной мерзлоты, истощения грунтовых вод, изменения масс в бассейнах рек, морях и океанах. Полученные по измерениям GRACE коэффициенты Стокса сферического разложения гравитационного поля Земли оказались в согласии с трендами движения полюса вращения Земли.

На смену GRACE в мае 2018 г. была запущена аналогичная миссия GRACE Follow-on, дополнительно оснащенная лазерным дальномером. Уже доступны ее данные за более чем два года, однако небольшой пропуск в данных требуется закрывать интерполяционными методами и на основе данных других спутников. Мы обсудим методы обработки данных спутниковой гравиметрии и их применение в гидрологии, климатологии, океанологии.

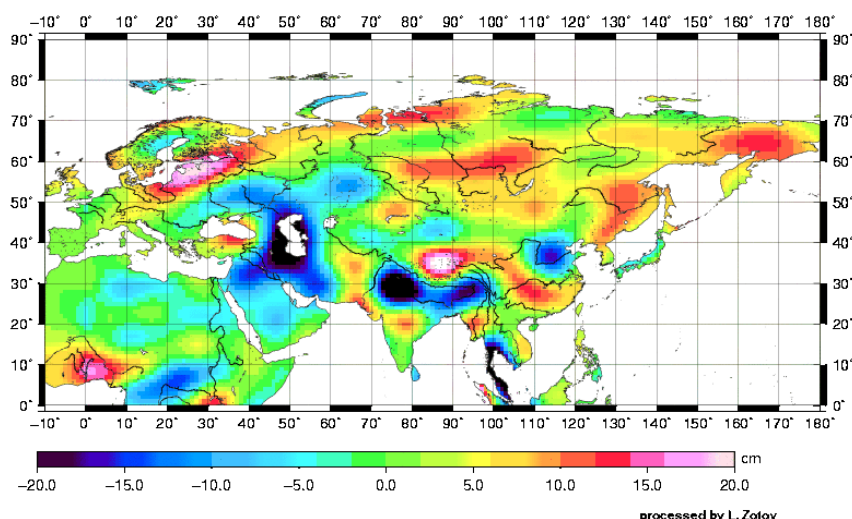


Рисунок 1 Тренды перераспределения масс над Евразией с 2003 по 2017 гг по данным GRACE.

Работа выполнена при поддержке Научного фонда Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» НИУ ВШЭ (проект № 20-04-033 2020 – 2021 гг.)

Список использованной литературы:

Зотов Л.В. Исследование связей между вращением Земли и геофизическими процессами, докторская диссертация, М. МГУ 2019. <http://Infm1.sai.msu.ru/~tempus/disser/index.htm>

Зотов Л.В., Фролова Н.Л., Шам С.К. Гравитационные аномалии в бассейнах крупных рек России, “Природа”, N 5, 2016, РАН

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА ЗЕМЛИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Кулькова Е.В., Червяков М.Ю.

ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, Россия, Саратов
kulkovaevgenya@yandex.ru

Таяние ледников Гренландии и морского льда, рост температуры в районах вечной мерзлоты подтверждает существование более интенсивного потепления Арктики. В качестве основного источника энергии большую роль играет солнечная радиация. Именно по этой причине определение компонентов радиационного баланса Земли на верхней границе атмосферы и радиационного баланса на земной поверхности, является главной задачей исследования земной климатической системы.

В данной работе рассматриваются причины изменения климата Арктического региона, современное состояние климата Арктики, радиационный баланс Земли в данном регионе, различные спутниковые методы изучения составляющих радиационного баланса Земли (спутник «Метеор-М» № 2) и облачность над Арктикой.

Аппаратура ИКОР-М (Измеритель коротковолновой отраженной радиации) была установлена на российских спутниках под названием «Метеор-М» № 1», который был запущен в сентябре 2009 года, а в июле 2014 г. - «Метеор-М» № 2. С помощью ИКОР-М получают информацию об уходящей отраженной коротковолновой радиации, являющейся одной из составляющих радиационного баланса Земли и альбедо. Вся информация может быть использована для составления прогнозов погоды и в изучении изменения климата в Арктическом регионе.

Для построения распределения среднемесячных величин, составляющих РБЗ использовались шаблоны, которые были выполнены в программе «IKOR_Archive_Viewer» для арктического региона по программе «IKOR_Fields_Editor». Были использованы данные с августа 2014 г. по февраль 2019 г., полученные со спутника.

Солнечная радиация и облачность представляют собой систему, которая определяет изменение погоды и климата. От форм, количества и радиационных свойств облаков зависит приход солнечной энергии. В Арктике облака практически круглый год обладают сильным тепляющим эффектом.

По данным с сайта Cloud Fraction были сняты значения общей облачности над Гренландией вдоль долготы 45° с интервалом широт 85, 80, 75, 70, 65, 60, 55 за 2015 год. Для каждой широты было оценено значение Cloud Fraction и построены графики распределения облачности по широтам в течение всего рассматриваемого года.

Основная составляющая общей облачности — это облака нижнего яруса. Повторяемость ясного неба (0-2 балла) для нижней облачности зимой — 76 %, а пасмурного (9-10 баллов) — 16 %. Следует также отметить, что внутримассовым слоистым облакам, характерным для устойчивой воздушной массы, принадлежит доминирующая роль. Условия устойчиво термической стратификации наиболее свойственны для летнего периода, поэтому и повторяемость этих облаков значительно возрастает от холодного периода к теплему.

Список использованной литературы:

1. Чернокульский, А.В. Климатология облачности в арктических и субарктических широтах по спутниковым и наземным наблюдениям и данным реанализа / А.В. Чернокульский. - Вып. 21, 2012. - С.73–78.
2. Скляр, Ю.А. Радиационный баланс Земли. Введение в проблему / Ю.А. Скляр, Ю.И. Бричков, Н.В. Семенова и др. - Саратов: СГУ, 2009. -188с.

О МОДЕЛЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТИПОВ СТРУКТУРЫ ЛЕТНЕГО СЕЗОНА И ИХ ТЕНДЕНЦИЯХ В ПОДТАЙГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Филандышева Л.Б., Ромашова Т.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия
filandysh@vtomske.ru, romtvtom@rambler.ru

В свете глобального изменения климата, все более актуальными становятся исследования, направленные на изучение региональных их особенностей. В данной работе основные оценки современного климата и тенденции его изменений рассматриваются с позиции естественного сезонного ритма, свойственного зональным ландшафтам. В общей проблеме исследования климатических сезонов года, как самостоятельная и практически значимая, выделяется проблема изучения их структуры в естественных, а не календарных границах. Её решение складывается из обоснования зональных структурных моделей сезонных ритмов, определения динамических вариантов структуры за конкретные годы, их климатических характеристик и современных тенденций развития.

Летний сезон в условиях умеренного климата является тем временем года, в течение которого активно протекают энергетические процессы, обеспечивающие бесперебойную жизнедеятельность биоценозов, в том числе культурных, а также является наиболее комфортным для осуществления различных видов хозяйственной деятельности, отдыха, туризма и др. Средняя многолетняя структура летнего сезона в подтайге Западной Сибири трёхфазная. Она включает в себя следующие структурные единицы (фазы): умеренно-прохладное лето, умеренно-тёплое лето, спад лета. В конкретные годы из-за особенностей циркуляционных процессов отмечаются отклонения в структуре летних сезонов от зональной модели, и они могут быть следующих типов: трёхфазные, двухфазные без фазы умеренно-прохладное лето, двухфазные без фазы спад лета, однофазные без фаз умеренно-прохладное лето и спада лета.

Накопленный за 80 лет (с 1936 по 2015 гг.) банк данных о естественных климатических сезонах по ст. Томск (зона подтайги) позволил нам провести временной анализ особенностей летних ритмов, разработать для установленных типов структуры сезона модели климатических режимов, включающих временные характеристики, показатели гидротермического режима, которые от типа к типу существенно меняются. Полученные материалы также дали возможность сравнить между собой климатические показатели летних сезонов года, рассчитанных за три периода – с 1936 года по 1970 гг., с 1971 по 2006 гг., с 2001 по 2015 гг. и выявить, тем самым, тенденции в изменении некоторых (из-за ограниченности объёма публикации) полученных характеристик.

Нами выявлено, что во все рассматриваемые временные периоды на исследуемой территории преобладают летние сезоны с трехфазной структурой (78-81%), при этом от первого к последующим периодам их временные показатели заметно изменились: лето стало начинаться раньше (14 мая вместо 20 мая) и заканчиваться позже (16 сентября вместо 11 сентября), увеличилась и его продолжительность (со 115 дней до 126 дней). Эти временные особенности характерны и для других типов структуры лета, но с иными количественными показателями. Наибольшим разнообразием типов структуры лета, когда отмечались все перечисленные варианты, характеризуется второй период, наименьшим (всего с двумя типами структуры: трехфазным и двухфазным без фазы умеренно-прохладное лето) – третий период. Заметно увеличилась от первого к последнему периоду доля длинных по продолжительности сезонов (с 3 до 14%). Показатели термического режима, как и временные характеристики, также меняются от первого ко второму периоду. Общим для всех типов структуры является повышение среднего уровня температуры, отражая тенденцию к потеплению лета.

Таким образом, мониторинг климатических моделей типов структуры летних сезонов года даёт представление о важнейших региональных тенденциях развития естественных процессов на изучаемой территории в условиях глобального изменения климата.

ПРОЯВЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Крымская О.В., Крымская А.А.
НИУ «БелГУ», Белгород, Россия
krymskaya@bsu.edu.ru

В современную эпоху (с 1998 года) со сменой циркуляционных условий произошёл рост среднегодовых температур воздуха на территории Белгородской области. Положительная аномалия среднегодовой температуры воздуха возросла до 1,8°C, сохраняясь во все сезоны года. Наряду с потеплением «по зимнему типу» фиксируется рост температур теплого периода. Положительные статистически значимые тренды обнаружены в изменении среднемесячных температур мая, августа, сентября, декабря и среднегодовой температуры.

Потепление климата сказалось на продолжительности метеорологических сезонов. На две недели сократился зимний период. Продолжительность осеннего периода осталась неизменной, а весенний период стал более длительным за счет зимнего и, частично, летнего периодов.

На рубеже XX–XXI столетий начинается рост продолжительности блокирующих антициклональных процессов, что приводит к усилению изменчивости увлажнения вегетационного периода на фоне роста температур летнего сезона (Лебедева, 2016, 2017). Осадки теплого периода составляют приблизительно две трети от общей годовой суммы осадков. На юге и юго-востоке области за последние 30 лет отмечен отрицательный статистически значимый тренд в изменении осадков теплого периода. Анализ повторяемости непрерывных периодов без дождей показал, что в начале XXI века на всех исследуемых станциях отмечен рост таких периодов, продолжительностью более 15 дней, что говорит об усилении засушливости теплого периода.

Фактические средние значения показателя увлажнения в регионе ухудшились: если в конце XX в. на западе и северо-востоке области показатель увлажнения по Сапожниковой был близок к оптимальному, составляя 1,03-1,06, то в начале XXI в. для всей территории области его значения оказались ниже 1. Очевидно, что в последнем периоде произошло усиление засушливости на территории области по сравнению с последним десятилетием XX в., поскольку увеличение термических ресурсов не сопровождалось адекватным ему ростом осадков вегетационного периода.

Количество опасных агрометеорологических явлений (ОАЯ), таких как атмосферная и почвенная засухи, суховеи на территории области в последние десятилетия увеличилось. Максимальная повторяемость периодов с ОАЯ в регионе приходится на 1998–2017 гг.

Экстремально высокие температуры, природные пожары, почвенная и атмосферная засуха в регионе обусловлены, возросшей частотой стационарных антициклональных процессов. Сложившаяся схема развития циркуляционных процессов позволяет предположить, что повторяемость опасных явлений с годами будет только возрастать. Климатическая неустойчивость циркуляционных процессов будет наблюдаться в регионе ещё в течение 15–20 лет, то есть до тех пор, пока меридиональный тип циркуляции не сменится зональным.

Список использованной литературы:

Лебедева М.Г., Крымская О.В., Чендев Ю.Г. 2017. Изменение условий атмосферной циркуляции и региональные климатические характеристики на рубеже XX–XXI вв. (на примере Белгородской области). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки, 18(40):157-163.

M. G. Lebedeva, Antony R. Lupo, Y. G. Chendev, A. N. Petin, A. B. Solovyev. 2016. Trends in Summer Season Climate for Eastern Europe and Southern Russia in the Early 21st Century. Hindaws Publshing Corporation Advances in Meteorology. 2016: 10. Article ID 5035086. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5035086>.

ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНОСТИ НА РАДИАЦИОННЫЙ БАЛАНС ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Суркова Я.В., Червяков М.Ю.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия
yana.santa42@gmail.com

В настоящее время измерение составляющих радиационного баланса Земли представляет большой интерес для изучения Земной климатической системы. Наиболее детальные данные о глобальных распределениях этих характеристик могут быть получены по измерениям с борта искусственных спутников Земли [1].

Разработка космической аппаратуры для измерения составляющих радиационного баланса Земли проводилась на географическом факультете СГУ им. Н.Г. Чернышевского на протяжении многих лет под руководством профессора Ю.А. Складова. В частности, был разработан и создан измеритель отраженной коротковолновой радиации ИКОР-М, установленный на борту гелиосинхронного ИСЗ серии «Метеор-М». Анализ данных измерений ИКОР-М позволяет строить карты глобальных распределений потоков отраженной солнечной радиации, альbedo и поглощенного потока солнечного излучения.

Облачность является одним из наиболее важных факторов изменчивости радиационного режима Земной климатической системы, облака оказывают существенное воздействие на формирование климата [1]. В работе рассмотрены особенности широтных распределений среднемесячных величин альbedo и облачности над Атлантическим и Тихим океанами. По данным были построены карты среднемесячного и среднегодового хода альbedo и облачности, а также выявлено наличие корреляции для каждого океана. Коэффициент корреляции для Атлантического океана составляет 0,93 (рис.1), для западной части Тихого океана – 0,97, для восточной – 0,91.

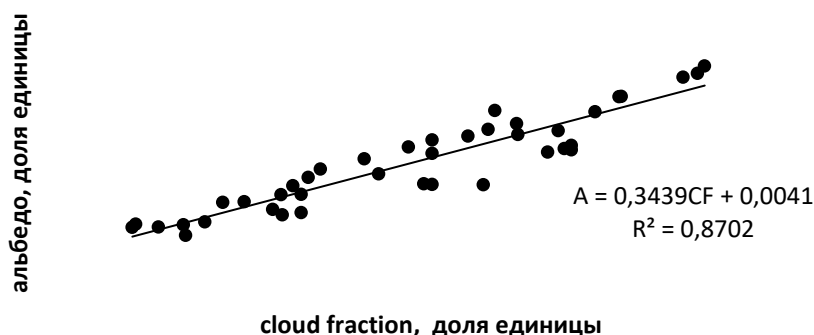


Рисунок 1- Корреляция альbedo и cloud fraction для Атлантического океана за 2018 г.

Отдельно был проведен анализ распределений мгновенных значений альbedo над тропическими циклонами. Для этих целей на спутниковых снимках видимого диапазона были выявлены циклонические вихри, а в программе для ИКОР «IKOR Archive Viewer» были найдены витки спутника в момент прохождения тропических циклонов. В результате был составлен архив тропических циклонов, который используется для анализа в работе.

Список использованной литературы:

1. Богданов М.Б., Воробьев В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю. Связь шкал измерителей коротковолновой отраженной радиации ИКОР-М ИСЗ "Метеор-М" № 1 и № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т 13. № 4. С. 252-260.

СОВМЕСТНЫЕ ЭКСТРЕМУМЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Вышкваркова Е.В., Сухонос О.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, Россия
aveiro_7@mail.ru

В работе использованы ежедневные данные о средней температуре воздуха и суммах атмосферных осадков за период 1950 – 2018 гг. для Черноморского региона. Данные взяты из ре-анализа E-obs (разрешение $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$). Используются совместные экстремальные индексы температуры и осадков. Индекс «холодно/влажно» (cold/wet – CW) определялся как комбинация количества дней со средней суточной температурой ниже 25-го перцентиля (T25) и, одновременно, суточными осадками выше 75-ого перцентиля (R75). Аналогично рассчитывались и другие индексы, то есть комбинации «холодно/сухо» (Cold/Dry days (CD – T25/R25), «тепло/сухо» (Warm/Dry days (WD – T75/R25) и «тепло/влажно» (Warm/Wet days (WW – T75/R75). В работе использованы не так называемые «экстремальные» перцентили (25-й и 75-й), с целью обнаружения большего количества событий совместных экстремумов температуры воздуха и осадков (Beniston, 2009). Квантильные пороги рассчитаны для 30-летнего базового периода (1961–1990 гг.).

Перцентили в ряду осадков рассчитывались из ряда с днями, когда осадки больше 1 мм. В работе представлены результаты для зимнего и весеннего сезонов. Зимний сезон соответствует январю и февралю календарного года и декабрю предыдущего года.

Величины коэффициентов линейных трендов определены с помощью метода наименьших квадратов. Непараметрический тест Манн-Кендалла (WMO 1966) использован для определения статистической значимости трендов (уровень значимости 95%). Получены пространственные карты линейных трендов индексов совместных экстремумов температуры воздуха и осадков (для примера рисунок 1).

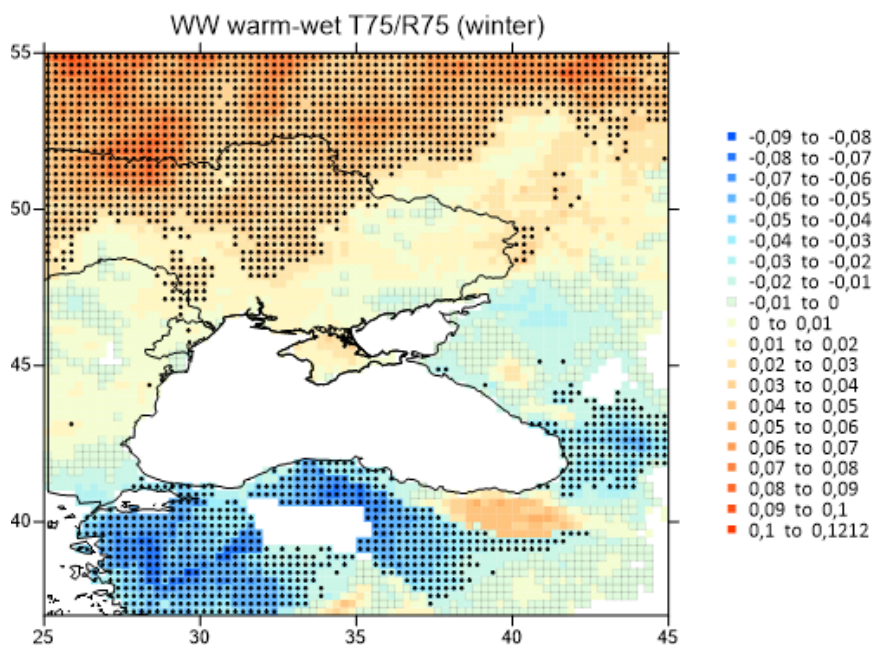


Рисунок 1 – Пространственное распределение линейных трендов (дни/год) индекса «тепло-влажно» (WW – warm-wet) для зимнего сезона за период 1950–2018 гг. Черными точками отмечены статистически значимые тренды

Исследование выполнено по теме госзадания ИПТС № ГР АААА-А19-119031490078-9 и при частичной финансовой поддержке РФФИ и города Севастополя в рамках научного проекта № 18-45-920063.

СЕКЦИЯ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭНЕРГОИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Климов В.В.

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, г. Москва
Klimov47@list.ru

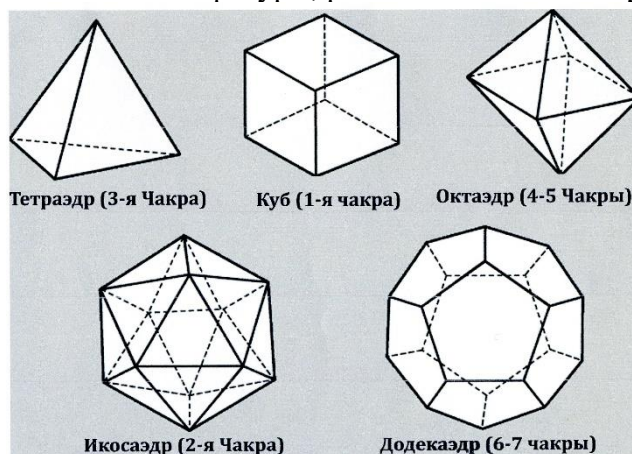
За последние 50 лет человечество столкнулось с новыми опасными проявлениями, которые напрямую связаны с технической деятельностью самого человека. Одна из самых больших опасностей человека – это электромагнитные поля, которые вызывают дополнительную ионизацию плазмы крови, изменяют проводимость клеток, эритроцитов и лимфоцитов, оказывают на организм огромное негативное воздействие. Суммарная напряжённость ЭМП в различных точках Земли увеличилась в 10000 - 1000000 раз. ЭМП взаимодействует с полем организма и подавляет его. В результате этого поле организма искажается, что приводит к искажениям клеточного обмена, иммунодефициту и заболеваниям. Таким специфическим заболеванием является электроситет. В скандинавских странах им страдает более 300 тысяч человек. В российском же реестре заболеваний такое заболевание вообще не значится.

Превышение допустимых норм электромагнитного излучения (ЭМИ)

Источник ЭМИ	Показатели излучения, мкТл	Превышение, раз
Компьютер	1–100	5–500
Холодильник	1	5
Кофеварка	10	50
Печь СВЧ	8–100	40–500
Электробритва и фен	15–17	75–85
Провод от лампы	0,7	3,5
Трамвай, троллейбус	150	750
Метро	300	1500
Сотовый телефон	40	200

Предельно допустимая норма для человека — 0,2 мкТл.

Защита В. Е. Шубина подавляет излучение в наиболее опасном диапазоне (42 – 68 ГГц). На рисунке представлены Платоновы фигуры, работающие на защиту определённой чакры.



На свойстве воды реагировать на различные звуки основано лечение болезней цифровыми кодами. Приводятся методы по установке биополя любого объекта в правильную полярность. Это приводит к мгновенному удалению из него негативной информации, что позволяет выявлять и устранять причины заболеваний, недоступные для других методов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-00443_a.

О СОВРЕМЕННОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ САКСКОГО ЛЕЧЕБНОГО ОЗЕРА

Васенко В.И., Чабан В.В.

ГУ НПП РК «Крымская ГГРЭС», г. Саки, Республика Крым РФ
v-vasenko@yandex.ru

Социально-экономическое значение Сакского курорта связано с наличием и использованием лечебных и гидроминеральных ресурсов.

На разных этапах освоения и изучения озера, в большей или меньшей мере, менялся объем и комплекс режимных наблюдений и исследований, включая гидрометеорологические, гидрологические, физико-химические и биологические, т.е. всесторонне оценивались различные процессы, которые существенно влияют на состояние и состав покровной рапы и донных отложений. Кроме постоянных режимных наблюдений озеро (неоднократно) становилось объектом детальных исследований специалистами различных научных направлений из Киевского национального университета, научно-исследовательских институтов Харькова, Одессы, Москвы, Санкт-Петербурга, Севастополя и др.

Многолетними исследованиями Крымской ГГРЭС установлено, что в последние 15-20 лет климатические и другие факторы способствовали общему накоплению солей в рапе и лечебных грязях. Это приводит к угнетению гидробионтов озера, необходимых в качестве первичного звена в цепи биогеохимической трансформации, формирующей терапевтически активную составляющую в структуре иловых отложений.

Для улучшения солевого режима необходимо в год подавать не менее 1 млн.м³ морской воды. При этом общее количество солей будет увеличиваться на 18 тыс.т., а для снижения общего количества солей необходимо будет ежегодно удалять в биопруд или в Накопитель не менее 400 тыс.м³ рапы. В этом случае через 3-4 года стабилизируется средняя минерализация (в течение года) на уровне 150 г/дм³.

Таким образом, анализ динамики изменения окружающей природной среды и уровня антропогенного влияния позволили, с одной стороны, объективно оценить негативные явления, а с другой – выработать ряд предложений и рекомендаций. Это позволит сохранить природные лечебные ресурсы и радикальным образом улучшить экологическую обстановку в округе зон санитарной охраны города-курорта, а также создать новые привлекательные рекреационные объекты.

Имеющиеся материалы в ГУНПП РК «Крымская ГГРЭС» по результатам геоэкологических исследований Сакского и других соленых озер Крыма позволяют сделать ряд предложений для сохранения и рационального использования природных лечебных и гидроминеральных ресурсов Республики Крым.

ЭКОЛОГО-ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЗАБОЛЕВАНИЙ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ В КРЫМУ

Гольдин Е.Б.

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, РФ
evgeny_goldin@mail.ru, evgenygoldin05@gmail.com

Изучение вопросов патологии диких животных, обитающих в пределах островных и изолированных территорий, к которым принадлежит Крым, характеризуется спецификой, формирующейся под влиянием ряда экологических факторов. Это, прежде всего, (1) замкнутый характер экосистем; (2) тесные взаимные связи между природными и антропогенными ландшафтами; (3) разнообразие местообитаний; (4) распространение контактов между дикими, сельскохозяйственными и домашними животными, включая обмен патогенами и паразитами; (5) ограниченные размеры популяций и ареалов. При таких условиях включение человека в природные циклы развития возбудителей опасных заболеваний становится вполне реальным. Однако исследование болезней и паразитов диких животных в Крыму никогда не носило целенаправленного и систематического характера, за исключением некоторых периодов, связанных с изучением тех или иных таксонов. Таким образом, давно назрела необходимость организации и развития эколого-патологических исследований диких животных полуострова с последующей разработкой практических рекомендаций для медицины, рекреации, сельского, лесного и охотничьего хозяйства. Реализация этого направления обеспечит решение важнейших теоретических и прикладных задач и выведение научных исследований на мировой уровень.

Многолетний исследовательский опыт, включающий экспериментальный материал, в т.ч. собственный, обобщение и анализ данных мировой науки, в первую очередь касающийся экологической патологии островных и изолированных территорий, позволяет наметить задачи работ. Нами приведены лишь некоторые аспекты исследования проблемы, по которым получены результаты, но существует возможность их расширения и дополнения.

1. Микробиология и патология насекомых с последующим выделением патогенов и паразитов и разработкой на их основе препаратов для защиты лесных, садово-парковых и сельскохозяйственных насаждений. Определена биоцидная активность микробиологических и альгологических объектов в наблюдениях за питанием, трофическим поведением, ростом, метаморфозом и выживаемостью при параллельном гистологическом обследовании.

2. Эколого-патологическая оценка состояния популяций морских млекопитающих в прибрежных водах Крымского полуострова с целью выявления их значения в патогенезе животных и организации рационального природопользования. Отмечено инфицирование морских млекопитающих условно патогенными микроорганизмами. Пути заражения остаются неясными: сегодня нет точной информации об особенностях проникновения идентифицированной микрофлоры в организм животных. Установлено, что образование пленки микроводорослей на поверхности тела интенсивнее протекает у больных и ослабленных особей.

3. Биологически активные вещества цианобактерий и микроводорослей в экосистемах для определения их биоцидных характеристик, выявления биоиндикаторов окружающей среды и разработки препаратов для контроля вредных организмов в сельском хозяйстве и медицине. Исследованные лабораторные и природные популяции обладают общим ингибирующим действием на комплекс жизненных функций личиночных фаз фитофагов (насекомых и нематод) на стадии младших возрастов.

4. Паразитофауна промысловых животных и расшифровка циклов развития возбудителей заболеваний. Представлена картина заражения паразитами парнокопытных, обитающих в Крыму, в свете их биолого-экологических особенностей и намечены перспективы детального изучения эндо- и эктопаразитов

Их реализация поможет организовать в будущем комплексный мониторинг популяций диких животных и обеспечить существенный вклад в развитие науки.

ПОЛИПРЕНОЛЫ: ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Гладчук А.С.^{1,2,3}, Краснов К.А.¹, Гафт С.С.¹, Федотов А.Д.¹, Александрова М.Л.¹, Суходолов Н.Г.^{2,3}, Подольская Е.П.^{1,2}

¹ ФГБУН ИТ ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

³ СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

aleglad24@gmail.com

Полипренолы – линейные изопреноидные спирты, длина которых варьируется от 5 до более чем 100 изопреновых звеньев. Полипренолы и их производные участвуют в биосинтезе полисахаридов и гликозилировании белков в фотосинтетических тканях растений, а также синтезе пептидогликанов в бактериях. В литературе описан ряд фармакологических активностей полипренолов, среди которых можно выделить противовирусную, гепатопротекторную, иммуномодулирующую, противоопухолевую и др. Таким образом, полипренолы представляются перспективным классом биологически активных соединений и могут стать основой для разработки лекарственных средств, в том числе для коррекции экологического неблагополучия. На сегодняшний день для определения полипренолов в различных биологических матрицах используют хроматографические методы. Количественный анализ полипренолов чаще всего осуществляется с использованием ОФ-ВЭЖХ с ультрафиолетовым или масс-спектрометрическим детектором. В то же время, метод масс-спектрометрии с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией (МАЛДИ-МС), отличающийся высокой чувствительностью и экспрессностью, практически не используется для решения такого типа задач. Соответственно, по аналогии с ранее разработанной методикой анализа свободных жирных кислот (Podolskaya, 2019), мы предлагаем новый подход к анализу полипренолов (амфифильных соединений, растворяющихся в гексане) методом МАЛДИ-МС, в основе которого лежит формирование мономолекулярных слоев, состоящих из моноалкоголятов бария, непосредственно на поверхности МАЛДИ мишени.

В качестве образца был выбран "Экстракт клеточный пихты сибирской" (СТО 82638809-003-2016) с содержанием полипренолов не менее 90%, полученный из хвои пихты сибирской согласно патенту RU 2420505. Экстракт растворяли в гексане и наносили на водную каплю, содержащую ацетат бария, высушивали, обрабатывали 90% водным раствором ацетонитрила и анализировали методом МАЛДИ-МС (Рис. 1). В масс-спектрах надежно детектировался ряд сигналов с разницей m/z 68 и соответствующих моноалкоголятам бария, как по значению m/z , так и по изотопному распределению. По результатам анализа образцов, полученных в результате серии разбавлений исходного экстракта, было установлено, что при помощи предложенного подхода полипренолы могут быть определены при концентрациях, составляющих 2 нг/мл и выше.

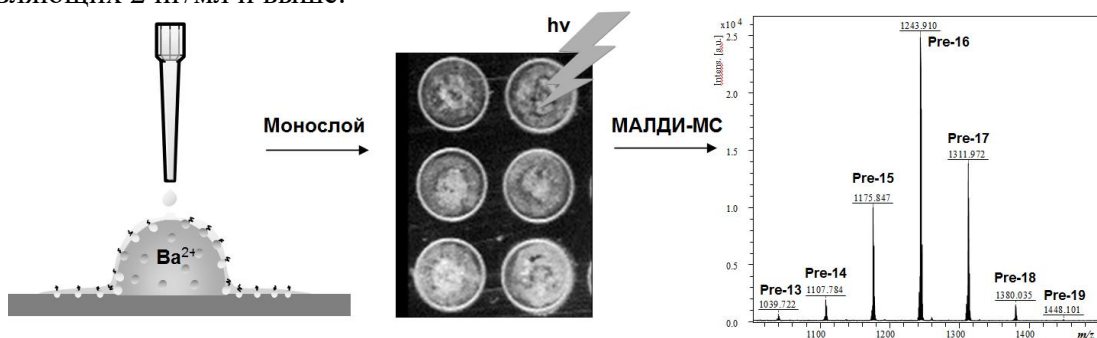


Рисунок 1 – Схема МАЛДИ-МС анализа полипренолов

Список использованной литературы:

Podolskaya E.P. et al. Thin film chemical deposition techniques as a tool for fingerprinting of free fatty acids by MALDI-TOF-MS // Analytical Chemistry. – 2019. – V. 91. – P. 1636–1643.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЛИПИДЫ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ БЕЛОГО МОРЯ

Подольская Е.П.^{1,2}, Гладчук А.С.^{1,2,3}, Гафт С.С.¹, Подосиновичева Н.П.¹, Краснова А.А.¹,
Александрова М.Л.¹, Кельцьева О.А.^{1,2}, Мельникова М.В.¹, Шустов Е.Б.¹, Суходолов Н.Г.^{2,3},
Краснов К.А.¹

¹ ФГБУН ИТ ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

³ СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия

ek.podolskaya@gmail.com

Несмотря на присутствие на рынке ряда пищевых добавок на основе бурых водорослей, они либо импортного производства, либо находятся в стадии разработки. При этом препараты изготавливаются из сырья, собранного либо в южных, либо дальневосточных регионах, тогда как имеются данные о более высоком содержании целевых компонентов в составе водорослей северных морей.

На основе анализа результатов исследований за период 2017-2019 г. были выбраны оптимальные параметры сбора, обработки, хранения, транспортировки и оценки качества водорослевого сырья *Fucus Vesiculosus* и *Saccharina latissima*, предназначенного для выделения комплексов биологически активных веществ. Установлены сезонные сроки заготовки сырья *Fucus vesiculosus* и *Saccharina latissima*, выбранные с учетом температуры воздуха (не ниже 5°C в течение 2 недель) и прибрежной воды (14-18°C). В пересчете на сухой вес водоросли сумма каротиноидов должна составлять не менее 600 мг/кг для водоросли *Fucus Vesiculosus* и не менее 1500 мг/кг для водоросли *Saccharina latissima*.

Нами была разработана схема выделения комплекса липидных биологически активных веществ из *Fucus Vesiculosus* и *Saccharina latissima*, включающая в себя стадии: экстракция 96% этанолом, концентрирование, лиофилизация. Полученные продукты представляют собой порошкообразные субстанции от темно-бурого до светло-бурого цвета. Контроль качества получаемых комплексов БАВ осуществляют по суммарному содержанию каротиноидов (методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)) и производных хлорофилла (методом спектрофотометрии). В соответствии с выбранными критериями качества, суммарное содержание каротиноидов в комплексах БАВ из *Fucus Vesiculosus* и *Saccharina latissima* в пересчете на фукоксантин должно быть не менее 1%, а производных хлорофилла в пересчете на феофитин-а, должно быть не менее 1% и 2% соответственно.

По разработанным лабораторным схемам было получено 6 образцов комплексов БАВ из сырья *Fucus Vesiculosus* и *Saccharina latissima* сборов 2017, 2018, 2019 годов. Содержание каротиноидов в комплексах БАВ *Fucus Vesiculosus* сбора 2017 г. составило 1,4%; за 2018 г. – 2,0%; за 2019 г. – 1,5%, а в комплексах БАВ *Saccharina latissima* за 2017 г. – 2,0%; за 2018 г. – 4,0%; за 2019 г. – 4,7%. Содержание хлорофиллов в образцах комплексов БАВ *Fucus Vesiculosus* за 2017 г. составило 0,5%; за 2018 г. – 1,0%; за 2019 г. – 1,0%, а в комплексах БАВ *Saccharina latissima* за 2017 г. – 6,8%; за 2018г. – 6,4%; за 2019 г. – 7,2%.

Качественный состав производных хлорофилла и каротиноидов в комплексах БАВ из *Fucus Vesiculosus* и *Saccharina latissima* был изучен методом ТСХ/МАЛДИ-МС. Основными каротиноидами во всех комплексах являются фукоксантин и фукоксантинол, а основными производными хлорофилла – феофитин-а и феофорбид-а. Всего в составе обеих водорослей было обнаружено более 20 представителей каротиноидов и свыше 60 производных хлорофилла, а также 12 мажорных свободных жирных кислот, из которых значительное число относится к классу омега-3, -6, -9.

Полученные комплексы БАВ могут быть востребованы при разработке средств для обеспечения мероприятий по реабилитации лиц, нуждающихся в цитопротекторной терапии.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВАКУУМНЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

¹Дологлонян А.В., ²Стребков Д.С., ¹Матвеев В.Т., ¹Стаценко И.Н.

¹ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва, Россия
dologlonyan@mail.ru

Распределенная энергетика особенно важна для энергообеспечения объектов нулевой и первой категории, для энергообеспечения районов с низкой плотностью нагрузки, для автономного энергоснабжения удаленных объектов, для снабжения в чрезвычайные периоды, а также в отдаленных, труднодоступных и малоосвоенных районах.

Среди различных типов энергоустановок [1] вызывает интерес микрогазотурбинные установки (МГТУ), как способные работать на органических видах топлива с различными способами усложнения рабочего цикла двигателя [2].

Особенностями вакуумных газотурбинных установок (ГТУ) являются:

- отсутствие необходимости в высоком давлении газа, поскольку в камере сгорания давление близкое к атмосферному;
- относительная безопасность из-за отсутствия избыточного давления в контуре ГТУ;
- более высокие внутренние КПД турбины и компрессора, поскольку их размеры в несколько раз больше, чем у аналогичных в циклах с избыточным давлением (масштабный фактор).

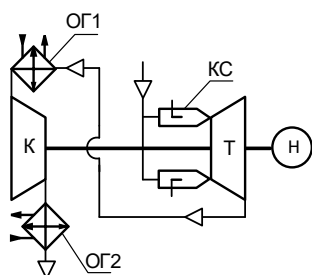


Рисунок 1 – Схема ВМ ГТУ простого цикла (ПЦ):

К – компрессор; КС – камера сгорания; Т – турбина; Н – нагрузка; ОГ1, ОГ2 – охладители газов

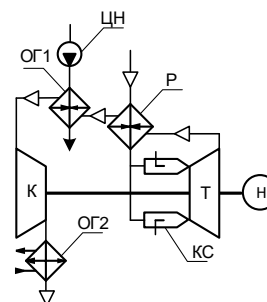


Рисунок 2 – Схема ВМГТУ ПЦ с регенерацией (Р) теплоты: К – компрессор; КС – камера сгорания; Т – турбина; Р – регенератор; Н – нагрузка; ОГ1, ОГ2 – охладители газов

Проведенные исследования вакуумных МГТУ показали, что:

1. Вакуумную МГТУ ПЦ+Р целесообразно использовать потребителям северных районов, более ориентированным на использование тепловой энергии, а МГТУ ПЦ целесообразно включать в состав котельных для обеспечения собственных потребностей в электроэнергии.
2. Вакуумную МГТУ на газовом топливе можно использовать для получения пресной воды порядка 500 кг/сутки на 1 кг/с рабочего тела при глубоком охлаждении выхлопных газов.
3. Дальнейшее развитие вакуумных МГТУ может идти и в направлении использования теплоутилизационных контуров, снижения температуры охлаждающей жидкости, например использования ОГ1 для горячего водоснабжения, а также интеграции с возобновляемыми источниками энергии.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-08-00469.

Список использованной литературы:

1. Гамаюнов С.Н. Перспективные технологии распределенной энергетики в агробизнесе: монография / С.Н. Гамаюнов. Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011. – 160 с.
2. Jaatinen-Värri A, Nerg J, Uusitalo A, et al. Design of a 400 kW Gas Turbine Prototype. ASME. Turbo Expo: Power for Land, Sea, and Air, Volume 8: Microturbines, Turbochargers and Small Turbomachines; Steam Turbines():V008T23A007. doi:10.1115/GT2016-56444.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЗЕРА ДОНУЗЛАВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Иванютин Н.М.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

redkolya@mail.ru

Озеро Донузлав расположено в северо-западной части Крымского полуострова и является важным природным объектом для сохранения и развития заповедно-рекреационного потенциала Республики, однако действующие на его побережье и в акватории хозяйственные и промышленные объекты являются опасными для экологической, а соответственно рекреационной безопасности. После соединения озера с Черным морем, в 1961 году, началось его освоение. Была создана военно-морская база с аэродромом, два населенных пункта (Мирный и Новоозерное), открыт подводный карьер строительного песка, построены канализационно-очистные сооружения, получило развитие сельское хозяйство. В последнее время активно развивается рекреационный комплекс. Северо-восточная часть озера с 2013 года объявлена ландшафтно-рекреационным парком регионального значения.

В ходе научно-исследовательских работ, проводимых с 2006 года, были установлены: экологические проблемы озера, основные источники поступления загрязняющих веществ в его акваторию, а также пути их транспортировки и аккумуляции (Жугайло, 2018; Горячкин, 2019; Иванютин, 2019).

Наиболее опасными для экосистемы озера техногенными объектами являются:

1. Бывшая военно-морская база в береговой зоне которой до сих пор располагаются остатки военной техники (ржавые корабли, аккумуляторы и др.), являющиеся источниками загрязнения морской среды различными поллютантами;

2. Песчаный подводный карьер, работа которого приводит к дефициту донных наносов и активизации процессов размыва аккумулятивных форм рельефа, взмученности толщи воды, приводящая к гибели донных сообществ, в том числе занесенных в Красную Книгу Республики Крым (Черноморская (европейская, плоская) устрица и др.);

3. Источниками поступления неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод, содержащих: фосфаты, сульфаты, хлориды, ХПК, БПК₅, и др. вещества в повышенных концентрациях, выявленные в ходе исследований вод верховья озера, являются населенные пункты, расположенные в северо-восточной окраине озера (Хмелево, Ленское, Наташино и др.).

4. Сбросы с сельскохозяйственных угодий (коллекторно-дренажные воды, поступающие в верховье озера) – источники поступления в водоем фторидов и др. веществ;

5. Канализационно-очистные сооружения «Донузлав» сбрасывают в котловину озера около 560 тыс. м³/год недостаточно очищенных стоков в которых присутствуют: фосфаты – 29,8 ПДК, нитриты – 8,13 ПДК, аммоний – 7,18 ПДК, БПК – 5,63 ПДК, что приводит к сокращению численности донной растительности, которая закрепляет грунт, а также к уменьшению количества моллюсков, чьи створки являются материалом для формирования песка.

Результаты исследований позволили сформировать перечень первоочередных природоохранных мероприятий, среди которых: разработка целевой программы эколого-социально-экономического развития региона; ликвидация остатков бывшей военно-морской базы; запрет на разработку месторождения песков и сброс загрязненных хозяйственно-бытовых сточных вод, которые можно использовать для развития сельского хозяйства – орошение питомников (сады, виноградники), лесополос, выращивание технических культур; внедрение научно-обоснованной системы комплексного геоэкологического мониторинга.

Список использованной литературы:

Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Пугач М.Н., Аджиумеров Э.Н. Состояние качества водной среды и донных отложений озера Донузлав в современный период // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2018. – Т. 1. – № 1. – С. 32–38.

Горячкин Ю.Н., Долотов В.В. Морские берега Крыма. – ООО «КОЛОРИТ», Севастополь. – 2019. – 256 с.

Иванютин Н. М. Современное экологическое состояние озера Донузлав // Вода и экология: Проблемы и решения. – 2019. – № 3. – С 47–58.

ВЛИЯНИЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ШТАММОВ *BACILLUS THURINGIENSIS* НА ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ЭМИССИЮ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ

Крыжко А.В.¹, Ширма А.В.¹, Смаглий Н.Н.¹, Буджурова У.М.¹, Решетник Г.В.²

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,

г. Симферополь, Российская Федерация

²Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Россия
solanum@ukr.net

Плодородие почв находится в тесной взаимосвязи с жизнедеятельностью микроорганизмов, обеспечивающих процессы превращения веществ. Для защиты растений от листогрызущих вредителей, наряду с химическими, используются и биологические препараты на основе *B. thuringiensis*. Попадая в агроценоз, бактерии данной группы вступают во взаимодействие с почвенными микроорганизмами, оказывая влияние на их и жизнедеятельность, одним из важнейших показателей которого является активность почвенной респирации. Эффективное разложение основного источника углерода в почве - целлюлозы происходит в природе в результате симбиотического взаимодействия различных типов микроорганизмов и их сложных целлюлозолитических систем. Известно, что на этот процесс способны влиять и бактерии *B. thuringiensis*.

Целью исследований было изучение характера и степени влияния штаммов *B. thuringiensis* на активность респирации и целлюлозолитическую активность почвы.

Материалом для исследований служили 70 штаммов *B. thuringiensis* выделенных из насекомых природных популяций в отделе сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма». Образцы почвы для анализа отбирали из пахотного горизонта на глубине 0 - 5 см и обрабатывали жидкими культурами штаммов бактерий с титром спор $0,4 \cdot 10^9$. Скорость разрушения целлюлозы измеряли в лабораторных условиях модифицированным методом Т. Кристенсена, эмиссию углекислого газа почвы определяли титриметрически методом В. И. Штатнова. В качестве контроля использовали почву, обработанную водопроводной водой. Для качественного определения целлюлозолитической активности штаммов *B. thuringiensis* луночным методом использовали казеин-пептоновый агар с 1 % карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ). В работе применяли современные методы статистических исследований с применением Microsoft Excel и ППП Statistica 7.

Первичный скрининг штаммов *B. thuringiensis* на целлюлозолитические свойства показал наличие зон просветления на среде с 1 % КМЦ в вариантах со всеми изученными штаммами. Таким образом, исследованные штаммы коллекции обладают целлюлозолитической активностью. Изучение штаммов коллекции энтомопатогенов лаборатории энтомопатогенных микроорганизмов показали, что средняя энтомоцидная активность исследованных штаммов коллекции 81,8%, целлюлозолитическая активность составляет 67,5%, а эмиссия CO_2 почвы – 0,40 мг/г в сутки.

При помощи кластеризации методом k-средних была произведена классификация штаммов коллекции с целью объединения их в группы со средней и высокой степенью энтомоцидной и целлюлозолитической активности, а также эмиссией CO_2 почвы. Количество кластеров определяли по количеству крупных перегибов графика схемы объединения, соответствующих большему Евклидовым расстояниям между центрами искомым кластеров (12,4 – 757,7). Исследованные штаммы *B. thuringiensis* были разделены на 5 функциональных групп. Кластеризация позволила выделить группу со средней целлюлозолитической активностью (66,7%), высокой энтомоцидной активностью (96,3%), высокой эмиссией CO_2 почвы (0,41 мг/г в сутки) - штаммы *B. thuringiensis*, 98, 202, 708, 810, 815, 820, 854, 888, 902, 994, 0332, 0337, 0363, 0371, 0376, 0379, 0399, 0465, 0474, 0486, 0493, 0544, 0570 и группу с высокой целлюлозолитической активностью (88,2%), высокой энтомоцидной активностью (98,1%), высокой эмиссией CO_2 почвы (0,46 мг/г в сутки) - штаммы *B. thuringiensis* 072, 685, 792, 800, 917, 989, 0105, 0162, 0374, 0391, 0411, 0452, 0493, 0541, 0527, 0532.

Таким образом, обнаружены полифункциональные группы штаммов *B. thuringiensis*, обладающие одновременно как высокой энтомоцидной и целлюлозолитической активностью, так и способностью активизировать эмиссию CO_2 почвы.

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОДЫ
РОДНИКОВ КАРАДАГА**

Лапченко В.А., Лапченко Е.В.

Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал
Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, г. Феодосия, РФ
ozon.karadag@gmail.com

Грунтовые воды являются важнейшими компонентами наземных экосистем, участвующими в седиментации, растворении и переносе макро- и микроэлементов. Химический и элементный состав подземных вод диктуется биогеохимическими особенностями местности, уровнем антропогенной нагрузки, интенсивностью переноса макро- и микроэлементов с поверхности морей и океанов и отдаленными последствиями вулканической активности. Государственный природный заповедник Карадагский занимает территорию палеовулкана горно-вулканического массива Кара-Даг и отличается многообразием почвообразующих пород - продуктов разрушения известняков, глинистых сланцев и вулканических пород. Исследована сезонная динамика химического и элементного состава 6 источников грунтовых вод заповедника, питающихся атмосферными осадками и трещинно-карстовыми водами. Химический состав воды определяли общепринятыми методами, элементный состав - с использованием ИСП-МС. Показано, что повышение среднегодовой температуры за последние 15 лет на 0.4 °С и уменьшение атмосферной влаги в 1.3 раза сопровождалось не только уменьшением дебита родников [1], но также возрастанием минерализации воды в 1.3-1.9 раз [2]. При этом впервые выявлена обратная корреляция между этими показателями ($r = -0.84$; $P < 0.001$).

Наибольшие уровни минерализации и содержания ионов фтора в грунтовых водах были отмечены во влажный сезон (осень-зима).

Влияние переноса Se и I с поверхности моря проявляется в более высоком содержании этих элементов в зимний период, особенно в воде родников, расположенных вблизи берега моря. Отличительной особенностью сезонных колебаний содержания микро- и макроэлементов является максимальное аккумулятивное бора осенью, калия - летом, алюминия - летом и весной, кальция - зимой и осенью, стронция - весной и осенью. Уровень натрия коррелирует с удаленностью родников от моря.

Антропогенное влияние на химический и элементный состав грунтовых вод Государственного природного заповедника Карадагский проявлялось для воды колодца биостанции, отличающейся максимальной минерализацией, уровнями Se, Zn, Fe, B, Sr, всех макроэлементов, а также ионов хлора и нитратов, а также максимальным уровнем жесткости воды, достигающий 12.7 в летний период при значениях ПДК, равном 7. Выявлены значительные сезонные колебания pH грунтовых вод заповедника (от 7.8 до 8.5).

Список использованной литературы:

1. Зуев А.В. Стационарные исследования грунтовых вод на территории Карадагского заповедника // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2017. – Т. 3 (13). – С.70–77
2. Голубкина Н.А., Лапченко В.А. Химический и элементный состав грунтовых вод Карадагского природного заповедника // Микроэлементы в медицине-2018. – 19 (4). – С.20–30.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕССОВ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ДЕГАЗАЦИИ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ БУХТЫ ЛАСПИ

¹Лысенко В. И., ²Шик Н.В.

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Филиал МГУ
в г. Севастополе

²Севастопольский центр туризма, краеведения, спорта и экскурсий
niagara@mail.ru

Точечные струйки выходов газа находятся на расстоянии от 10 до 60 метров от уреза воды современной береговой линии бухты Ласпи и приурочены к местам пересечения Ласпинского и Берегового разломов. За десятилетний период наблюдения насчитывалось от 20 до 30 точек дегазации. Общий их дебит от 0,1 до 0,3 л/мин (140-480 л/сутки). В песке около микрократеров отмечается диффузионный метан, который не поддается учёту. Во флюиде пузырьков содержание метана от 54,5 до 90,8 %. Кроме этого присутствуют этан (от 1,24 до 2,87 %) и пропан (от 0,006 до 0,018). В неопределенную часть состава флюидов (от 5 до 40 % от общего объема) входит сероводород, азот, углекислый газ, водород и инертные газы.

С геологическими процессами дегазации на дне бухты Ласпи связано образование «скальных гряд» из цементированных пляжных отложений. В создании карбонатного цемента происходит за счёт процессов хемосинтеза сообществом бактерий и архей, которые были обнаружены и исследованы севастопольскими и московскими учеными. Они представлены различными родами *Methanogenium*, а также археями группы ANME-2a/b.

Со скальными грядами «пляжных» карбонатных бактериальных строений в бухте Ласпи связан местный «оазис жизни». Богатство и разнообразие животного и растительного мира которого резко отличается от почти безжизненного окружения рыхлых пляжных отложений галечника, гравия и песка. В «оазисе жизни» поверхность бактериальной постройки покрыта плотным ковром микробных матов розовато-серого цвета, зарослями бурых и зелёных водорослей и колониями мшанок. Животный мир биосистемы представлен мидиями, рапанами, серпулами, спирбусами, баянусами, поматоцеросам, моллюсков митилиастеров и трубчатых червей. Раковины мидий имеют небольшие размеры, что является доказательством их молодого возраста. Находки створок мидий и митилиастеров в центральной части конгломератов позволяют предположить, что это связано с разрушением карбонатной постройки в зимний период господства штормов и они быстро восстанавливаются биохимическими процессами в весенний период. Галечный материал в центре построек и поверхность многих серпул покрыта чёрным биоуглеводородным веществом. Сотрудники ИнБЮМ г. Севастополя при исследовании осадочных отложений бухты Ласпи установили, что с зонами дегазации связаны места значительного разнообразия и численности мейобентоса. Это связано с симбиозом макро- и микрофауны с прокариотами по переработке метана в органическое вещество. Возможно, часть продукции, созданной хемогенными прокариотами, через пищевые цепи входит в базу питания бентосоядных рыб. Бухта Ласпи в весенне-зимний период является местом выгула и размножения кефали и пеленгаса.

В настоящее время дегазация в бухте Ласпи носит относительно спокойный характер. Большая часть выбросов газа перерабатывается в органическое вещество и карбонат. Кроме спокойной разгрузки возможен и кратковременный взрывной характер выброса газа. Объем газа при этом, по данным изучения грязевого вулканизма, может в тысячи раз превышать возможности его переработки, что приведёт к «местной» экологической катастрофе. Компонентами газа являются метан, сероводород и углекислый газ, поэтому в морской акватории происходит нарушение кислородного баланса. С этим связаны и заморы рыбы у побережья, о которых рассказывали местные рыбаки. Кроме этого, нарушением существования биоценозов в бухте Ласпи служат осенне-зимние шторма, которые разрушают поверхности скальных уступов. После таких катастроф «жизнь» в биоценозе восстанавливается почти «мгновенно» за счёт поступления углеводородов из недр и наличия сообществ прокариот по переработке метана.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД КРЫМА В 2019 – 2020 ГГ.

Мальченко Ю.А., Дьяков Н.Н., Боброва С.А.

ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова», г. Севастополь,
mvr121@yandex.ru

В условиях сокращения загрязнения морских вод Крыма типичными техногенными загрязняющими веществами (нефтепродуктами, СПАВ и др.), на первое место выходит загрязнение моря хозяйственно-бытовыми сточными водами. Сокращение многих опасных производств на морском побережье причерноморских государств, а также внедрение комплекса природоохранных мероприятий на традиционных предприятиях, обслуживающих транспортную инфраструктуру (судостроение, судоремонт, хранение и перевалка грузов) привел к высвобождению значительных площадей прибрежных территорий, которые сразу начали осваиваться под жилую застройку и для развития рекреационной инфраструктуры. Такое развитие опирается на существующие коммуникации, которые по большей части были построены в середине XX века и в настоящее время исчерпали свои мощности, а также ресурсы перспективного развития, заложенные в их проекте. Мониторинг прибрежных морских вод Крыма возобновленный СО ФГБУ «ГОИН» в последние годы показывает справедливость приведенных выше утверждений. В пробах морских вод отобранных на участках прибрежных акваторий с различной интенсивностью движения водного транспорта обнаруживаются существенно меньшие концентрации веществ, поступление которых традиционно связано с функционированием водного транспорта – нефтепродуктами (НП). По сравнению с 80-ми и 90-ми годами XX века сейчас лишь в единичных пробах обнаруживается превышение ПДК по содержанию НП. Значительно большее влияние на качество вод оказывает загрязнение сточными водами предприятий Водоканалов. Рост объемов сточных вод, подаваемых на очистку, приводит к перегрузке очистных сооружений, многие из которых не имеют полного цикла очистки. Главным проявлением загрязнения сточными водами является рост величины биохимического потребления кислорода, а также концентраций биогенных элементов, поступление которых приводит к дальнейшей деградации качества вод по трофному показателю (эвтрофикации). Разработанная в СО ФГБУ «ГОИН» схема мониторинга предусматривает проведение 1-2 сезонных съемок на сети 23 станций на взморье Севастополя, а также 1-2 съемок в год на шельфе Крыма. Отбор проб (с поверхностного и придонного горизонтов) выполнялся во время экспедиционных работ на НИС «Пеленг» в 2019 – 2020 гг. в районах организованных выпусков сточных вод и на фоновых станциях, включая взморье устьевых участков малых рек. Анализ полученных данных показал, что наиболее загрязненными участками акватории шельфа Крыма являются районы расположения глубоководных выпусков сточных вод. Так, например, в районе Севастополя регулярные превышения ПДК наблюдались в месте выпуска Балаклавских КОС (сброс стоков производится без очистки на удалении 50 м от берега и глубине ~20 м). Функционирование этого выпуска является причиной загрязнения вод Балаклавского залива и его влияние на качество вод по гидрохимическим показателям прослеживается до м. Айя. Заметное ухудшение качества вод наблюдалось в районе выпуска КОС «Южные», а также вблизи устьев рек Альма, Кача и Бельбек. В большинстве проб, отобранных в этих районах, наблюдались повышенные величины БПК₅, регулярно превышающие ПДК, вне зависимости от сезона. Вблизи оголовков КОС наблюдались относительно высокие концентрации биогенных веществ. У южного побережья Крыма наиболее высокое загрязнение (по БПК₅) наблюдалось в Коктебельской бухте, в районе Алушты и Симеиза. На севере Крымского полуострова существенно была загрязнена акватория Каркинитского залива в районе сброса КОС Красноперекопска.

Работа выполнена в СО ФГБУ «ГОИН» при финансовой поддержке РФФИ (научный проект 20-45-920016 p_a «Исследование изменения гидролого-гидрохимических характеристик и качества морской среды под воздействием диффузных источников загрязнения в Севастопольском регионе и выработка практических рекомендаций по снижению экологических рисков».

**ВЕДЕНИЕ БАЗ ДАННЫХ СКВАЖИН КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Подовалова С.В., Волкова Н.Е.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
podovalovas@list.ru

В Республике Крым подземные водозаборы являются одним из основных водоисточников, используемых для покрытия хозяйственно-питьевых нужд населения. Однако качество подземных вод не всегда соответствует нормативам, при этом превышение ПДК может наблюдаться по нескольким показателям. Несмотря на то, что мониторинг за качественными и количественными показателями вод, добываемых из подземных водоисточников, ведется рядом государственных структур и водопользователями, получаемая ими информация разрознена. Это существенно затрудняет оценку фактической ситуации, сложившейся на данных водохозяйственных объектах, и может привести к субъективным выводам при выборе подземных эксплуатируемых водоисточников, по которым необходимо проведение первоочередных мероприятий, направленных на предотвращение или снижение риска негативного воздействия вод на здоровье населения, устойчивость социально-экономического развития территории.

Цель исследования – разработать структуру базы данных (БД) подземных эксплуатируемых водоисточников, ведение которой позволит комплексно оценить ситуацию и выделить объекты, по которым необходимо первоочередное принятие управленческих решений.

В ходе работ, проведенных в 2019 г. сотрудниками отдела Цифрового мониторинга и моделирования агроэкосистем ФГБУН «НИИСХ Крыма», на примере бассейнов рек Малый Салгир и Зуя на основе собранной информации были разработаны БД водных объектов по 111 водоемам и по 23 подземным водоисточникам, используемым для централизованного водоснабжения сельского населения. Данная БД включает информацию по 11 общим и 44 качественно-количественным показателям. Общие показатели включают: номер скважины, координаты, бассейн реки, месторождение, номер и срок действия государственной регистрации, балансодержателя, пользователя, дебит и были сформированы на основе выписки из реестра государственной регистрации лицензий на пользование участками недр и информации, предоставленной предприятиями, отвечающими за эксплуатацию этих водохозяйственных объектов – ГУП РК «Вода Крыма», ООО «Крымская водная компания». Качественно-количественные характеристики подземных вод отражают: объем водоотбора, органолептические свойства, химический состав воды, микробиологические показатели, класс качества в соответствии с ГОСТ 2761-84, результаты оценки рефлекторно-ольфакторного и неканцерогенного рисков, проведенной по МР 2.1.4.0032-11.

Анализ БД подземных водоисточников, расположенных в бассейнах рек Малый Салгир и Зуя, показал, что по 40 % данных водохозяйственных объектов зафиксировано превышение ПДК загрязняющих веществ. Оценка рисков здоровью населения при пероральном употреблении вод дала возможность выделить скважины с наибольшими рисками: 4544 (с. Кленовка), 4541 (с. Донское), 4775 (с. Дмитрово), б/н (с. Верхние Орешники), 4618 (с. Ивановка), на которых необходимо предусмотреть дополнительную водоподготовку.

В целом ведение БД скважин и каптажных сооружений позволит объективно оценивать водохозяйственную обстановку, выявлять наиболее уязвимые водохозяйственные объекты, ускорить процесс разработки управленческих решений, выполнять краткосрочные и долгосрочные прогнозы.

ВЛИЯНИЕ АНТИБИОТИКА ТЕТРАЦИКЛИНА НА ИКРУ МОРСКИХ РЫБ

Руднева И.И., Подрезова П.С., Шайда В.Г.

ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, 299011, Севастополь,
пр. Нахимова, 2
svg-41@mail.ru

Среди антибиотиков, применяемых в медицине и сельском хозяйстве, широко распространен тетрациклин - ингибитор внутриклеточного синтеза белка, на уровне образования комплекса между рибосомой и транспортной РНК. Содержание антибиотика в морской среде, куда он попадает со сточными водами, сильно варьирует, в среднем составляет 30-1100 нг/л. Несмотря на длительный опыт применения и изучения информация об острой токсичности антибиотика для морских гидробионтов крайне ограничена. В связи с этим для исследования биологических эффектов тетрациклина на икру морских рыб были выбраны разные концентрации, которые, как будет представлено ниже, оказали разное воздействие на тестируемые объекты. Исследование влияния антибиотика тетрациклина на эмбриональное развитие собачки желто-красной *Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814) позволило выявить определенные закономерности. Икру собачки отбирали в естественных условиях в прибрежной части Севастополя (б. Казачья), затем переносили в лабораторные условия и содержали в аэрируемом аквариуме при температуре +21,5°C. Через сутки после акклимации икру (по 25 икринок) помещали в аквариумы с концентрацией тетрациклина 0 (контроль), 50, 100 и 200 мг/л. Результаты исследований показали, что смертность эмбрионов в контроле составила 8% через 3 суток эксперимента. На 6 сутки из 72% жизнеспособных эмбрионов 28% составила икра, а 44% - выклюнувшиеся жизнеспособные личинки. При действии концентрации антибиотика 50 мг/л наблюдали 100%-ную выживаемость эмбрионов. На 6-е сутки 20% эмбрионов погибло, 40% личинок погибло сразу после выклева. При этом отмечен преждевременный выклев недоразвитых предличинок, у которых хвостовой отдел был прижат к желточному мешку. 40% икринок были живые, эмбрионы активно двигались. Таким образом, общая смертность эмбрионов составила 52% от исходной, а из живых икринок выклюнулись нежизнеспособные личинки. При концентрации 100 мг/л в течение 2-х суток гибели личинок не происходило, на третьи сутки погибло 24% эмбрионов, на 6-е сутки вся икра была мертвой. Выклев происходил после 4 суток развития, но жизнеспособных личинок не обнаружили. При концентрации 200 мг/л смертность на эмбриональной стадии составила 70%, преждевременный выклев происходил уже в первые сутки эксперимента. Для анализа физиологического состояния развивающихся эмбрионов собачки использовали показатель сердечных сокращений зародышей. Число сердечных сокращений незначительно возрастало у эмбрионов, развивающихся в среде с антибиотиком в концентрации 50-100 мг/л, но снижалось до уровня контроля при концентрации препарата 200 мг/л. При этом на третьи сутки число сокращений было выше, чем через сутки, что свидетельствует о подготовке эмбрионов к выклеву, в данном случае - преждевременному. Таким образом, результаты исследования влияния различных концентраций тетрациклина на эмбриональное развитие собачки желто-красной позволили заключить, что антибиотик, растворенный в среде инкубации, стимулирует выклев личинок, но при этом снижается их дальнейшая выживаемость.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-44-920007 «Роль глобальных и локальных факторов в формировании ихтиопланктонных сообществ Черного моря».

**ОТКЛИК ИЗОТОПНЫХ, ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК НА РАЗГРУЗКУ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЭСТУАРИИ
Р. РАЗДОЛЬНОЙ (АМУРСКИЙ ЗАЛИВ, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)
В ПЕРИОД ЗИМНЕЙ МЕЖЕНИ**

*Семкин П.Ю.¹, Тищенко П.Я.¹, Чаркин А.Н.¹, Павлова Г.Ю.¹, Тищенко П.П.¹,
Барабаничиков Ю.А.¹, Михайлик Т.А.^{1,2}, Анисимова Е.В.¹*

¹ФГБНУ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

²Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ») им. Л.С. Берга), г. Санкт-Петербург, Россия
pahno@list.ru

Разгрузка субмаринных грунтовых вод (СГВ) в прибрежно-морских акваториях – это процесс, существующий на побережьях всего Мирового океана. Этот процесс подразумевает поток подземных вод с суши, которые смешиваются с морской водой, проникающей в прибрежные водоносные горизонты. Баланс между проникновением морских вод и разгрузкой СГВ формируется под влиянием интенсивности загрузки водоносных горизонтов метеорными водами, приливами в приемном бассейне, различием плотности вод суши и моря и наличием искусственных гидротехнических сооружений. В данном исследовании инструментом для поиска источников и количественной оценки потоков СГВ являются изотопы радия ²²⁴Ra.

В феврале 2020 г. проведены комплексные исследования геохимических, гидрологических и гидрохимических характеристик эстуария трансграничной (Китай – Россия) р. Раздольной, среднемноголетний расход которой – 70.6 м³/с. На основании данных по распределению радионуклидов изб. ²²⁴Ra обнаружена разгрузка грунтовых вод на расстоянии 22 км выше от устьевого бара реки. Изотопный состав ($\delta^{18}\text{O}$ и δD) в зоне разгрузки определяется соотношением доли морских и речных вод. Доминирование прямых течений со скоростью до 15 см/с, повышенная активность изб. ²²⁴Ra от 11.1 ± 0.1 до 2.2 ± 0.05 Бк/м³ и положительная температура воды до 1.1°C в придонном слое эстуария указывают на распространение осолоненных вод из района их разгрузки в приемный бассейн. По данным автономных измерений, полученных в 2014 г., температура в районе влияния грунтовых вод на протяжении периода ледостава возрастала до 2.5°C, а толщина льда при этом снижалась вдоль зоны смешения до 20 см (толщина льда за пределами зоны смешения составляла 90 см). Разгрузка грунтовых вод сопровождается понижением насыщения вод O₂ и откликом в соотношениях главных биогенных веществ. В качестве основной причины разгрузки грунтовых вод рассматривается интрузия морских вод в верхний водоносный горизонт и просачивание этих вод через осадок в створе с наибольшей глубиной.

Выводы:

1. Разгрузка СГВ является источником радионуклида ²²⁴Ra и приурочена к наиболее глубоководному створу в вершине эстуария р. Раздольной.
2. Разгрузка СГВ формирует придонное течение осолоненных вод в направлении моря и положительную температурную аномалию, которая сопровождается снижением толщины льда на протяжении зоны смешения.
3. Насыщение вод кислородом имеет отрицательную корреляцию с радионуклидом ²²⁴Ra, что указывает на участие потока СГВ в формировании кислородного режима зоны смешения вод в эстуарии реки Раздольной.
4. В районе разгрузки СГВ отмечено повышение соотношения DIN/DIP и понижение соотношения DISi/DIN.
5. Состав стабильных изотопов и макрокомпонентов в районе разгрузки субмаринных грунтовых вод определяется смешением морских и речных вод.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента МК-153.2020.5 и РФФИ 14-05-31127 мол_а.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Сигора Г.А., Хоменко Т.Ю., Ничкова Л.А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
sigora1@yandex.ru, tamara_homenko93@mail.ru

Запасы пресной воды в Чернореченском водохранилище Севастопольского региона в последнее время значительно сократились из-за гидроклиматических особенностей полуострова, что сильнее усугубило проблему водоснабжения города Севастополя. Для многих жителей решением данной проблемы является использование альтернативных источников – подземных вод из родников, скважин, колодцев.

С 2019 года вопросами о качестве подземных вод Севастопольского региона, в рамках реализации проекта «Наставник» (при поддержке РФФИ и Правительства города Севастополя), занимаются исследователи кафедры «Техносферная безопасность» СевГУ под руководством доцента, кандидата биологических наук Г.А. Сигоры [1-2].

За период с марта 2019 по сентябрь 2020 года исследовано 78 источников подземных и родниковых вод по 23 показателям качества, включая органолептические свойства воды, обобщённые показатели (рН, минерализация (сухой остаток), щёлочность свободная и общая, жёсткость общая, окисляемость перманганатная), анионный и катионный состав.

Результатом проведённых исследований стала интерактивная экологическая карта родников Севастопольского региона, где в удобной форме представлена вся полученная в ходе лабораторных анализов информация о качестве и степени загрязнённости каждого из отдельных источников (<https://sevrodnik.ru>).

Все исследуемые источники ранжированы по трём группам: «чистые», «условно чистые» и «загрязнённые», в зависимости от ряда критериев, главным из которых является превышение предельно допустимой концентрации веществ – «маркёров загрязнённости» (рис. 1).

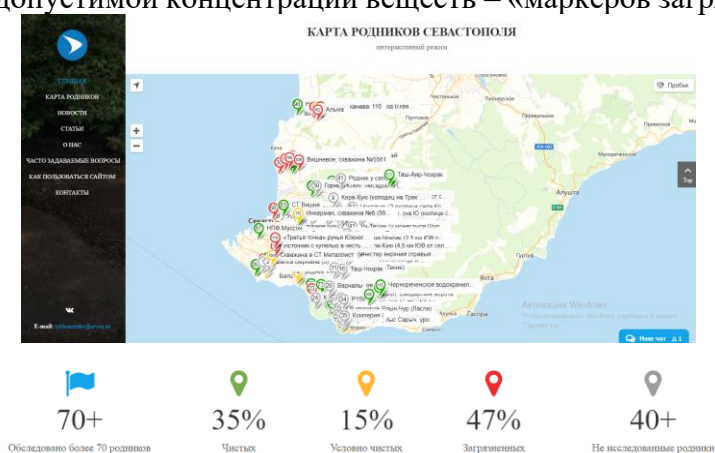


Рисунок 1 – Интерактивная экологическая карта родников Севастопольского региона

Жители Севастополя получили возможность узнать, какие источники подземных вод по химическому составу являются чистыми и насколько безопасно употреблять в питьевых целях воду из довольно популярных и часто эксплуатируемых местными жителями родников.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ и г. Севастополя в рамках научного проекта №18-35-50004.

Список использованной литературы:

Сигора, Г.А. Проблема исследования экологического состояния родников Севастопольского региона / Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Т.В. Ляшко, Л.А. Ничкова // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – № 1 (70). – С. 115-123.

Сигора, Г.А. Разработка методического обеспечения экологического мониторинга подземных вод Севастопольского региона / Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Системы контроля окружающей среды. – 2020. - №2 (40). – С. 5-13.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРСКИХ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКИХ БУХТ

Стельмах Л.В., Ковригина Н.П.

Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей
им. А.О.Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия
lustelm@mail.ru

В водах Севастопольского региона, особенно в бухтах, фитопланктон подвержен влиянию постоянно растущего антропогенного воздействия. В эти воды регулярно поступает большое количество органических и неорганических веществ с городскими сточными водами, а также с ливневыми стоками. Многие из них могут оказывать токсическое воздействие на организмы различных трофических уровней. Среди токсикантов, попадающих в море, следует отметить такие, как нефть и нефтепродукты, тяжелые металлы, разного рода техногенные вещества, а также искусственные полимеры. Исследования их воздействия на биоту крайне необходимы в комплексе мероприятий по оценке состояния морской среды в зонах рекреации и районах локализации марихозяйств.

В силу своих физиологических особенностей микроводоросли являются наиболее чувствительными к изменениям внешней среды. Короткий цикл развития позволяет проследить на нескольких поколениях действие загрязняющих веществ.

В наших исследованиях были использованы три вида альгологически чистых культур микроводорослей: *Phaeodactylum tricornutum* (Bacillariophyta), *Prorocentrum cordatum* и *Gyrodinium fissum* (Dinophyta). Эти виды были использованы в качестве биотестов для оценки токсического воздействия водной среды на микроводоросли. Пробы воды отбирали ежемесячно с мая по август 2020 г. на трех станциях в районе Севастополя (в Севастопольской бухте, Артиллерийской бухте и в открытом побережье в районе мидийной фермы, расположенной на значительном удалении от Карантинной бухты). В воду, очищенную от взвеси, добавляли минеральную питательную среду Гольдберга, в качестве контроля служила стерильная морская вода, отобранная в глубоководной части Черного моря, также обогащенная питательными веществами. В опытные и контрольные колбы вносили микроводоросли определенного вида, а затем колбы с водорослями экспонировали в течение 7 суток при оптимальных для их роста световых и температурных условиях. Оценку токсического загрязнения испытуемой пробы воды проводили по характеру токсического действия (острое, подострое, хроническое), оказываемого на прирост численности клеток микроводорослей в зависимости от экспозиции. Было выявлено хроническое токсическое воздействие на диатомовую водоросль *Phaeodactylum tricornutum* воды, отобранной в Севастопольской и Артиллерийской бухтах для периода с мая по июль, что, возможно, обусловлено повышенным содержанием аммония в этих районах. Воды открытого побережья подобного воздействия на данный вид не оказывали. В июне и августе выявлено хроническое стимулирующее действие морской воды исследуемых районов на рост динофитовой водоросли *Gyrodinium fissum* на фоне повышенной перманганатной окисляемости среды. В июне и июле обнаружено хроническое стимулирующее влияние вод Севастопольской бухты на рост динофитовой водоросли *Prorocentrum cordatum*. Тогда как воды района мидийной фермы и Артиллерийской бухты слабо стимулировали прирост численности клеток данного вида. В августе вода из всех трех районов оказывала исключительно стимулирующее влияние на все исследуемые виды водорослей. Однако степень этого влияния изменялась в широких пределах: от крайне слабого до хронического.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополя в рамках научного проекта № 20-45-920002, а также по теме госзадания ФИЦ ИнБЮМ РАН № АААА-А18-18021490093-4.

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ОСЕТР

Юрова Ю.Д.

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия
yuliya.yurova.1996@mail.ru

Исследования современного состояния территории водосборного бассейна среднего течения р. Осетр имеют большое значение, как в теоретическом, так и практическом аспектах и приобретают большую актуальность в связи с ростом антропогенной нагрузки. Оценка современного геоэкологического состояния водосборного бассейна р. Осетр, за период с 2015 по 2020 гг. на скрининговом участке от н/п Зарайск - н/п Власьево, проведена на основе данных многолетних мониторинговых геоэкологических наблюдений, научных концепций, нормативных документов, статистических данных, картографических материалов и др., а также данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства экологии и природопользования МО, Администрации Зарайского района, ООО «Рязаньпроект, РусГидро, компании «Съемка с воздуха», ПБУ «МОСЭКОМОНИТОРИНГ», аналитических лабораторий «Мещерский научно-технический центр» и ИЛ «ЭкоЦентр», Федерального агентства водных ресурсов, Федерального агентства лесного хозяйства и др. (Yurova, Shirokova, 2020).

Полученные за 2015-2020 гг. результаты позволили всесторонне оценить влияние антропогенных факторов на геоэкологическое состояние водосборной территории среднего течения бассейна реки, проанализировать современное экологическое состояние исследуемой территории, выявить основные факторы воздействия, а также оценить степень загрязнения, провести зонирование по степени антропогенной нагрузки и разработать детальный геоэкологический паспорт водосборного бассейна р. Осетр (Yurova, Shirokova, 2020).

Несмотря на недостаточную изученность бассейна р. Осетр, некоторые вопросы требуют комплексного обобщения и дальнейшего решения. Для р. Осетр наиболее проблематичным является содержание органического загрязнения (по БПК₅), биогенных элементов (нитрит-ион), взвешенных веществ и некоторых металлов. Значительная концентрация загрязняющих химических веществ приходится на боковую приточность, промышленные предприятия, коммунальные службы, сельскохозяйственные угодья, транспорт. Степень загрязненности воды р. Осетр характеризуется как «высокая», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 5 ингредиентам. Существенное влияние на окружающую природную среду с последующими положительными или отрицательными эффектами оказывает многолетняя эксплуатация надводных и подводных конструкций плотины в н/п Зарайск. Качество почв на территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области определено как - удовлетворительное, ИЗП ≤16 (1 балл) соответственно. В целом, можно отметить, что критических нарушений по экологическим показателям, включающих оценку по радиационному, химическому, санитарно-эпидемиологическому и физическому факторам риска согласно нормативным документам по охране окружающей среды территории бассейна р. Осетр не обнаружено (Технический отчет, 2017; Аминникова, Арустамов, 2017; Yurova, Shirokova, 2020).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90019, статья подготовлена при поддержке гранта Минобрнауки (Соглашение от «10» декабря 2019 г. № 075-15-2019-1939. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60719X0302)

Список использованной литературы:

Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий: ООО «Рязаньпроект», 2017. – Т. 3. – №17/84 ИЭИ – 173 с.

Аминникова В.В., Арустамов Э.А. Эколога-социальные проблемы Зарайского района Московской области в год экологии России // Отходы и ресурсы. – 2017. – №2.– С.1-10. URL: <https://resources.today/PDF/04RRO217.pdf>

Yuliya Yurova, Vera Shirokova. Geocological Assessment of Anthropogenic Impacts on the Osetr River Basin // Geosciences 2020. – №10(4). – P. 121-133.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФЕЛИНОВОГО КОНЦЕНТРАТА
В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО
АЛЮМОСИЛИКАТНОГО РЕАГЕНТА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ВОДООЧИСТКИ**

Майоров Д.В.¹, Веляев Ю.О.²

¹Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия

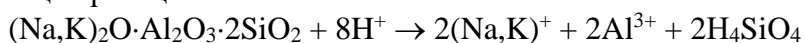
d.maiorov@ksc.ru

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

velyaevo@yandex.ru

Очистка воды является достаточно актуальной задачей. Обычно на этапе удаления некоторых растворённых примесей и взвешенных частиц прибегают к реагентной очистке воды. Традиционными веществами, применяющимися в таких случаях, являются соли алюминия и железа. В процессе их гидролиза образуются полимолекулярные структуры, которые оседая либо механически захватывают взвешенные частицы, либо частично сорбируют некоторые растворённые примеси. Часто в тандеме с коагулянтами используются флокулирующие агенты, примером которых является полиакриамид. Эти соединения создают дополнительные высокомолекулярные агломераты, которые соединяясь с полимеризованными гидроксидами алюминия или железа, утяжеляют последние, и тем самым увеличивают скорость седиментации и эффективность водоочистки в целом. В качестве флокулянта может применяться и кремниевая кислота. Образующиеся в процессе её полимеризации кремнекислородные агломераты проявляют дополнительные сорбционные свойства, что положительно влияет на эффективность получаемого комбинированного реагента для очистки воды.

Обычно при реагентной очистке используется реактивное сырьё. Однако получение смешанного реагента, содержащего и флокулянт, и коагулянт, из природного минерального сырья снизило бы экономическую себестоимость всего процесса очистки воды. Таким сырьём может выступать нефелиновый концентрат (НК), который добывается, как сопутствующий минерал при добыче апатито-нефелиновой руды, в больших количествах на Кольском полуострове, практически не используется и складировается в виде отвалов. НК обладает рядом уникальных свойств, таких как постоянство химического состава и склонность к разложению практически всеми неорганическими и даже некоторыми органическими кислотами даже в комнатных условиях (Пат. 2039711). При его кислотном разложении в раствор переходят соли алюминия и мономерная кремниевая кислота, которая с течением времени полимеризуется в более крупные агрегаты, что в случае использования для разложения НК H_2SO_4 может быть проиллюстрировано следующей реакцией:



При этом степень полимеризации кремниевой кислоты можно изменять, варьируя параметры процесса разложения, а именно концентрацию кислоты, поступающей на разложение НК, и температуру процесса в целом.

Получаемый в ходе разложения НК комбинированный алюмокремниевый коагулянт показал высокую эффективность в процессах очистки воды от некоторых тяжёлых металлов (Cu, Ni, Co), взвешенных частиц, растворённых нефтепродуктов, фтора и фосфора (Веляев, 2013). Этот эффект достигается за счёт сорбции примесей на образующихся хлопьях гидроксида алюминия, которые укрупняются и утяжеляются макромолекулами поликремниевой кислоты (флокулянта), обладающими дополнительными сорбционными свойствами.

Список использованной литературы:

Патент РФ 2039711 Способ получения алюмосиликатного коагулянта;

Веляев Ю.О., Майоров Д.В., Матвеев В.А. Исследования эффективности применения алюмосиликатного коагулянта на основе нефелина Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 3-1. С. 32-37.

АЗОТНЫЕ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Измаилова Д.С.

ФГБУН «НИИСХ Крыма», г. Симферополь, Россия

izmailova.dilyara@bk.ru

В технологии выращивания озимой пшеницы большое значение имеет применение азотных удобрений, положительное влияние которых выявлено во всех природно-климатических зонах возделывания культуры в России [1].

Кроме того, большой интерес представляет создание новых видов органоминеральных удобрений, позволяющих стимулировать рост и развитие зерновых культур, положительно влияя на урожайность зерна и его качество.

Крым относится к зоне рискованного земледелия, и урожайность сельскохозяйственных культур здесь находится в большой зависимости от погодных условий. В работах крымских ученых показаны изменения климата на полуострове – увеличение среднегодовой температуры воздуха и ужесточение засух [2–3].

Отсутствие экспериментальных данных о взаимном влиянии азотных и органоминеральных удобрений на урожай и его качество озимой твердой пшеницы на фоне изменившихся условий вегетации, является одним из основных сдерживающих факторов распространения данной культуры и повышения валовых сборов зерна в Крыму.

Цель исследований – изучение влияния внекорневых подкормок и уровня азотного питания на урожайность и качество зерна *Triticum durum* сорта Амазонка в условиях Предгорно-степной зоны Крыма.

Исследования были выполнены в 2016–2018 гг. на опытном поле Академии биоресурсов и природопользования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Азотное удобрение (аммиачная селитра) вносилось с осени под предпосевную культувацию и ранней весной по мерзлоталой почве в равных дозах по действующему веществу: N0+0(контроль), N20+20, N40+40, N60+60. Внекорневые обработки растений проводились в фазу выхода в трубку и начала колошения озимой твердой пшеницы комплексными органоминеральными: «Нутривант+», «Атланте», «Микрокат» и «Аминокат» с помощью ранцевого опрыскивателя, рекомендуемыми дозами препаратов («Нутривант» – 3 кг/ га, «Атланте», «Аминокат» и «Микрокат» – 1 л/га.

Установлено, что наибольшая урожайность зерна озимой твердой пшеницы была отмечена по варианту с дробным внесением азотных удобрений N₆₀₊₆₀, и составила в среднем за 3 года исследований 52,3 ц/га (прибавка 33,82 ц/га) со стекловидностью 85,2 %, белковостью 15,56 % и натурной массой 864,2 г/л. Рекомендовано применение препаратов Аминокат, Микрокат, Атланте для некорневой обработки растений, позволяющей получать урожайность зерна в пределах 38,65–39,85 ц/га с высокими показателями качества зерна (стекловидность – 69,6–71,7%, белковость – 12,52–13,20 %, натурная масса – 790,8–801,2 г/л).

Список используемой литературы:

1. Сычев В.Г., Шафран С.А. Регулирование азотного питания культурных растений. – М.: ВНИИА, 2015. – 156 с.
2. Черкашина А.В. Агроклиматические особенности возделывания кукурузы с степной зоне Крыма в условиях изменяющегося климата // Материалы IV Международной научно-практической Интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального землепользования». (с. Соленое Займище, 28 февраля 2019 г.). – с. Соленое Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН. – 2019.– С. 243–254.
3. Турина Е.Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius L.*) и обоснование актуальности с ним в Центральной степи Крыма (Обзор) // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – №1 (21). – С. 100–121.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ
НУБ «ГОРНОЕ» ЗАРАЙСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Журавкова Л.А., Рожков И.В., Широков Р.С., Юрова Ю.Д.

ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, Россия,
shirocov@gmail.com

В статье приведены результаты геоэкологического мониторинга, проводимого на территории НУБ «Горное» Государственного университета по землеустройству в Зарайском районе Московской области в период с 2015 г. по настоящее время.

Для оценки современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды на обследуемой территории проведен ряд мероприятий. Исследования по оценке состояния атмосферного воздуха осуществлялись на основании данных Росгидромета по 5 компонентам, контролируемым по всей территории — ВВ, СО, NO₂, NO₃, SO₂; экохимическое и микробиологическое опробование почвы с поверхностных горизонтов на наличие тяжелых металлов и органических загрязнителей осуществлены с применением полевого оборудования SMART 3 Electronic Soil Lab SCL-12 в почвенных пробах на разных почвенных горизонтах; исследование качества поверхностных и грунтовых вод выполнялось в лабораторных и полевых условиях по 17 компонентам.

На основании результатов мониторинга и анализа основных положений, принципов и методов по расчету комплексного индекса загрязнения атмосферы (РД 52.04 186-89), гигиенической оценки качества почвы населенных мест (МУ 2.1.7.730-99), временных методических указаний по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод (№ 250-1163, 1986), комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям (РД 52.24.643-2002) произведены расчеты ИЗА, ИЗП, ИЗВ и УКИЗВ:

- состояние атмосферного воздуха может быть охарактеризовано как «удовлетворительное». На всей исследованной территории степень загрязнения характеризуется низкой (ИЗА=2,5) и 2 класс соответственно;

- качество почв на территории НУБ «Горное» Зарайского района Московской области определено как - удовлетворительное, ИЗП ≤16 (1 балл) соответственно;

- по индексу загрязнения воды (ИЗВ) в период **2015-2018 гг.** вода р. Осетр оценивается как «умеренно загрязненная» (ИЗВ=1,0-2,5); 2019 - качество воды соответствует III классу «умеренно загрязненная» и ИЗВ=2,0. Степень загрязненности воды р. Осетр характеризуется как «высокая», что обусловлено нарушением существующих нормативов по 5 ингредиентам. Наихудшее качество отмечено для створа, привязанного к н/п Власьево (№24) - вода «очень грязная» (4 класс, разряд «г»), и УКИЗВ составляет 5,4 (Yurova, Shirokova, 2020).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-35-90019, статья подготовлена при поддержке гранта Минобрнауки (Соглашение от «10» декабря 2019 г. № 075-15-2019-1939. Уникальный идентификатор проекта RFMEFI60719X0302)

Список использованной литературы:

Yuliya Yurova, Vera Shirokova. Geoecological Assessment of Anthropogenic Impacts on the Osetr River Basin // Geosciences 2020. – №10(4). – P. 121-133.

**ИКРА *STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS* –
БОГАТЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Мельникова М.В.¹, Краснов К.А.¹, Гладчук А.С.^{1,2}, Утсаль В.А.¹, Гафт С.С.¹,
Краснова А.А.¹, Кельцьева О.А.^{1,2}, Подольская Е.П.^{1,2}, Рейнюк В.Л.¹, Иванов М.Б.¹

¹ ФГБУН ИТ ФМБА России, г. Санкт-Петербург, Россия

² ИАП РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

margarita10108@mail.ru

Морские ежи – донные обитатели северных и бореальных морей Атлантического и Тихого океанов. Гонады морских ежей (икра) широко используются в современной медицине, так как содержат уникальный набор биологически активных веществ (БАВ), таких как каротиноиды, фосфолипиды, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), витамины группы А, В, D, Е, незаменимые аминокислоты, пептиды, микроэлементы и другие БАВ. Икру морских ежей и БАД на ее основе рекомендуют для ускорения реабилитации после различных заболеваний, для профилактики атеросклероза и онкологических заболеваний, в качестве геропротекторного средства и многих других целей.

В настоящей работе был исследован состав лиофилизата икры камчатского зеленого морского ежа *S. droebachiensis* – одного из важнейших промысловых представителей данного семейства. К наиболее важным группам БАВ, входящих в состав икры *S. droebachiensis*, относят каротиноиды, жирные кислоты, фосфолипиды, микроэлементы и белки (Краснов, 2019).

По результатам исследования методами ГХ-МС и МАЛДИ-МС было установлено, что в лиофилизате содержится 4,2% ЖК в разных формах, в нативной сырой икре общая доля этих кислот составляет около 1%. В основном ЖК присутствуют в связанной форме в виде глицеридов, тогда как доля свободных ЖК сравнительно невелика. Помимо ЖК, в составе липидов было обнаружено небольшое количество альдегидов С16-С18 (до 0,1%) и холестерин (1%).

Изучение белкового состава лиофилизата осуществляли посредством МАЛДИ-МС анализа триптических гидролизатов белков, предварительно подвергнутых электрофоретическому разделению в полиакриламидном геле. Большую часть белкового состава в икре морских ежей составляет яичный белок и вителлогенин. Также были обнаружены белки (актин, тубулин), участвующие в формировании цитоскелета эукариотических клеток. Помимо структурных белков были выявлены ферменты: глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназа, катализирующая одну из реакций гликолитического пути, и белок, обладающий глутатион-S-трансферазной активностью.

При использовании метода ИСП-АЭС в элементном составе исследуемого лиофилизата было выявлено около 1% органического фосфора, что в значительной степени связано с присутствием фосфолипидов, отвечающих за гепатопротекторные и мембранопротекторные свойства. Анализ фосфора в липидной фракции позволил оценить общее количество фосфолипидов, составившее около 6%. Наряду с фосфором и йодом вклад в биологическую активность могут вносить цинк, селен, магний и другие элементы, также выявленные в составе лиофилизата.

Обнаруженный по результатам ТСХ-МАЛДИ-МС анализа набор каротиноидов является достаточно типичным для гонад представителей рода *Strongylocentrotus*. Как и у большинства морских ежей, основным каротиноидом икры *S. droebachiensis*, оказался эхиненон. Следует отметить, что эхиненон встречается практически только у морских ежей, причем именно в гонадах его содержание наиболее велико.

Установленный в ходе исследования набор БАВ, обладающих высокой антиоксидантной активностью, отвечает за адаптогенные, кардиопротекторные и онкопротекторные свойства икры морского ежа, а также её профилактическую эффективность при различных возрастных нарушениях, вызываемых свободнорадикальными процессами.

Список использованной литературы:

Краснов К.А., и др. Аналитические подходы к оценке качества лиофилизированной икры зеленого морского / Журн. Medline.ru. – 2019. – Т. 20, №2. – С. 336-348

РТУТЬ И МЕТИЛРТУТЬ В БИОТЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Моршина Т.Н., Мамченко Т.Б., Вирченко Е.П., Копылова Л.П.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, РФ

morshina@rpatyphoon.obninsk.ru

Ртуть поступает в водную среду в составе выбросов из антропогенных и природных источников в неорганической форме. Под влиянием микробиологических процессов в морской воде и донных отложениях неорганическая ртуть частично переходит в более токсичную метилртуть. В результате биоаккумуляции и биомагнификации ртуть накапливается в пищевых цепях гидробионтов преимущественно в метилированной форме, представляющей угрозу для существования рыб, птиц и млекопитающих, в том числе человека. Для большинства групп населения главным источником воздействия метилртути является потребление рыбы, многие страны установили законодательные ограничения в отношении максимально допустимого содержания ртути или метилртути в рыбе. Например, Европейское сообщество ограничивает допустимое содержание ртути в рыбных продуктах на уровне 0,5 мг/кг, Япония – 0,4 мг/кг общего содержания ртути или 0,3 мг/кг метилртути, США – 1 мг/кг метилртути, РФ – 0,4 мг/кг общего содержания ртути [UNEP, 2010; СанПиН, 1986].

Целью данной работы явилась количественная оценка содержания ртути и метилртути в гидробионтах и донных отложениях прибрежной акватории Черного моря Российской Федерации. Нами было изучено содержание общей ртути и метилртути в наиболее массовых видах животного мира Черного моря: мидии, хищные донные, придонно-пелагические, пелагические рыбы и дельфины.

Определение общей ртути и метилртути проводили методом атомной абсорбции в холодном паре на ртутной приставке VGA 77 к атомно-абсорбционному спектрофотометру Varian AA 140.

Исследования показали, что среднее содержание общей ртути в донных отложениях, отобранных вдоль побережья составляет $35,9 \pm 20,0$ мкг/кг; доля метилртути в них не превышает 1% ($0,23 \pm 0,19$ мкг/кг). В мягких тканях мидий, по характеру питания которые относятся к детритофагам и в трофической цепи находятся на нижней ступени среди исследованного бентоса, содержание общей ртути изменяется от 12,3 до 54,7 мкг/кг, метилртути от 2,9 до 10,9 мкг/кг, что в среднем составляет 25 % от общего содержания ртути. Концентрация ртути в мышечной ткани хищных донных рыб, таких как скорпепя, тюрбо, бычки лежит в диапазоне от 15,7 до 67,7 мкг/кг, метилртути – от 5,7 до 18,5 мкг/кг (32 % от общего содержания). Из этой группы хищных донных рыб выделяется морской дракон, у которого содержание метилртути достигает 60 %. Наши исследования показали, что максимальное накопление метилртути наблюдается у морского окуня – придонно-пелагической рыбы. В районе Геленжика у некоторых особей содержание общей ртути в тканях морского окуня доходило до 520 мкг/кг, а метилртути – до 210 мкг/кг. У кефали, представительнице пелагических рыб, содержание общей ртути в среднем находится на уровне 30 мкг/кг, метилртути – 10 мкг/кг. У дельфинов, находящихся на верхней ступени пищевой цепи, исследовано содержание соединений ртути в мышечной ткани и жире. Наблюдения показали, что метилртуть связывается с мышечным белком в большей степени, чем с жировыми отложениями; количество общей ртути в мышечной ткани дельфинов колеблется от 150 до 500 мкг/кг, доля метилртути достигает 70 %. Накопление ртути в жире дельфинов составляет 20 - 90 мкг/кг, доля метилртути – 20%.

Список использованной литературы

1. UNEP(DTIE)/Hg/INC.2/19, 19 October 2010
2. СанПиН 42-123-4089-86 "Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах"

**ЭМИССИЯ ЧЁРНОГО УГЛЕРОДА ОТ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ
В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ РОССИИ**

Полумиева П.Д., Трунов А.А., Лытов В.М

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»), г. Москва, Россия
pollipolumieva@gmail.com

2019 год стал аномальным по числу и масштабу лесных пожаров на территории Российской Федерации. По данным ИСДМ-Рослесхоз пожарами было пройдено 16,5 млн. га, что на 1,2 млн га больше, чем в 2018 году и на 7,5 млн га больше, чем в 2017 году. Особенно интенсивные пожары наблюдались в республике Якутия (Саха) и Чукотском автономном округе на крайнем северо-востоке Сибири. Лесные пожары являются одним из важных источников поступления чёрного углерода (ЧУ) в атмосферу (АМАР, 2011). ЧУ представляет собой твердые частицы, в основном состоящие из чистого углерода, которые абсорбируют солнечную радиацию во всех длинах волн (U.S. EPA, 2012). Аэрозольные частицы, включающие ЧУ, оказывают влияние на климат – поглощают солнечную энергию и излучают инфракрасную (тепловую) радиацию, а также после выпадения на земную поверхность изменяют альбедо, что приводит к ее дополнительному разогреву. Эти эффекты наиболее критичны в Арктическом регионе, где большая часть территорий покрыта снегом и льдом. В данной работе выбросы ЧУ от лесных пожаров были рассчитаны в соответствии с методикой МГЭИК, 2006 (Руководящие принципы..., 2006). Для оценки выбросов ЧУ использовались данные ИСДМ Рослесхоз по площадям земель за полярным кругом. Для расчетов запасов доступного для горения топлива, к которому относятся биомасса, подстилка и мертвая древесина, были использованы данные Государственного лесного реестра. Для расчетов выбросов были использованы методы и специальная программа, разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской Академии Наук (ЦЭПЛ РАН) (Замолодчиков и др., 2011; Методика..., 2011). Суммарные выбросы ЧУ за 2019 год в Арктическом регионе составили 32 тыс. тонн, что составляет около 9 % от общих выбросов ЧУ на территории России. Максимальные значения выбросов наблюдались на территории республики Якутия (Саха) и в Красноярском крае.

Список использованной литературы:

АМАР. The Impact of Black Carbon on Arctic Climate. /P. K. Quinn, A. Stohl, A. Ameth, et al. — Oslo, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2011, 72 p.

U.S. EPA. Report to Congress on Black Carbon. — Washington, DC, US Environmental Protection Agency, 2012; <http://www.epa.gov/blackcarbon/>

Замолодчиков Д. Г., Грабовский В. И., Краев Г. Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два прошедших десятилетия. — Лесоведение, 2011, № 6, с. 16—28.

Методика информационно-аналитической оценки бюджета углерода лесов на региональном уровне. — WWW.CEPL.RSSI.RU: сайт Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 2011; <http://www.cepl.rssi.ru/programms.htm>

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КУЛЬТУРЕ ВИНОГРАДА**

^{1*}Вышкваркова Е.В., ²Рыбалко Е.А., ²Баранова Н.В.

¹ ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь

²ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», г. Ялта

*aveiro_7@mail.ru

Виноградарство относится к перспективным отраслям сельского хозяйства в Севастопольском регионе. Исследование климатических условий и их влияния на виноградарство важно для рационального планирования устойчивого развития этой отрасли в ближайшем будущем. Изменение климатических условий неизбежно повлечет за собой смену территорий пригодных для тех или иных сортов винограда. При выборе местности для выращивания данной сельскохозяйственной культуры чрезвычайно важно диагностировать климатические изменения, чтобы успешно прогнозировать условия произрастания винограда в течение всего срока эксплуатации насаждений (Вышкваркова и др., 2020).

Проведен комплексный анализ климатических условий Севастопольского региона с использованием агроклиматических показателей за период 1985-2018 гг. Использование ГИС-технологий позволило получить карты распределения агроклиматических показателей с высоким пространственным разрешением (80 метров). Анализ теплообеспеченности и агроклиматических индексов показал возможность выращивания сортов винограда от очень раннего до позднего сроков созревания. На территории Севастопольского региона выделены шесть зон по теплообеспеченности в соответствии с градацией требований различных сортов винограда к данному показателю. Более половины территории Севастопольского региона находится в зоне с суммой активных температур 3500-3900°C.

Помимо учета требований сортов винограда к теплу, необходимо принимать во внимание их морозостойкость и условия морозоопасности. Большая часть территории Севастопольского региона (72%) имеет средний из абсолютных минимумов температуры воздуха выше – 14°C. Территория региона имеет недостаточное количество осадков в вегетационный период, и оно увеличивается в юго-восточном направлении (в направлении Крымских гор). За период 1985-2018 гг. обнаружена тенденция к уменьшению количества атмосферных осадков в течение вегетационного периода. Более 70% площади Севастопольского региона имеют показатель ГТК менее 0,7, то есть относятся к зоне недостаточного увлажнения. Расчет индекса Хуглина за период 1985-2018 показал, что 80% территории относятся к теплой зоне (HI = 2400-2700°C). Согласно данным Tonietto и Carbonneau, этот теплый класс (HI+2) климата характеризуется потенциалом, который превышает гелиотермические потребности в созревании сортов, включая поздние (с некоторыми связанными с этим рисками стресса). Согласно градациям индекса Уинклера (WI) 2/3 территории Севастопольского региона попадают в Регион 3 с диапазоном значений 1667-1944°C. На основании данных о морозоопасности и теплообеспеченности проведено микроклиматическое районирование региона и выделены тринадцать экотопов, описаны их агроклиматические условия и подобраны оптимальные сорта винограда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Севастополя в рамках проекта № 20-45-920008.

Список использованной литературы:

1. Вышкваркова Е.В., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Геоинформационное моделирование пространственного распределения уровня благоприятности климатических ресурсов Севастопольского региона для выращивания винограда // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 3. – С.51–56.
2. Tonietto J., Carbonneau A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide // Agricultural and Forest Meteorology. – 2004. – V. 124. – P.81–97.

**РЕАКЦИИ МОЛЛЮСКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ
ЭКСТРАКТАМИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Трусевич В.В., Вышкваркова Е.В., Журавский В.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, Россия
trusev@list.ru

Проведены испытания работоспособности разработанного авторами комплекса (Трусевич и др., 2010) биосенсорного мониторинга и раннего предупреждения на основе поведенческих реакций двустворчатых моллюсков, предназначенный для использования в природных условиях водоемов системы и чувствительности моллюсков при краткосрочных (2 часа) ежедневных воздействиях возрастающих невысоких концентраций экстрактов буровых шламов и дизельного топлива, т.е. ситуации, которая постоянно присутствует при разведке и добыче нефтеуглеводородов.

Работа проведена в лабораторных условиях с использованием черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam. 1819), размером 55–60 мм, добытых из зоны моря, из которой осуществлялась закачка воды для проточного аквариума. Исследовали чувствительность моллюсков к воздействию экстрактов бурового шлама, полученного с буровой платформы (скважина № 26 Черноморнефтегаза).

В качестве модельного объекта нефтяного загрязнения использовали водную эмульсию дизельного топлива в соотношении 1:1. В каждый из последующих 2-х дней после экспериментов с экстрактами исследовали воздействия в течение 2-х часов одного из объемов водной эмульсии дизельного топлива – 0,0125 и 0,025 мл/л. Эти величины эквивалентны содержанию 0,01 и 0,021 мг/л дизтоплива и соответствует концентрациям 0,25 и 0,5 ПДК, установленных Гигиеническими нормативами РФ для морских вод по нефтяному загрязнению для гидробионтов.

Как показали наши исследования, моллюски остро реагируют на присутствие в водной среде экстрактов бурового шлама. Уже в первые 2–3 минуты появления экстрактов в экспериментальном аквариуме моллюски резко, практически синхронно, снижают амплитуду раскрытия створок на 30% при концентрации 25 мг/л и на 40 и 50% при возрастающих концентрациях соответственно. После резкого снижения амплитуды в первые минуты эксперимента средняя величина раскрытия створок на протяжении 2-х часового эксперимента продолжает снижаться с меньшей скоростью до уровня 20–25% при концентрации 25 мг/л и до 10% при концентрации 50 мг/л к концу эксперимента. При воздействии концентрации 500 мг/л амплитуда раскрытия створок снижается сразу до 10% и колеблется на этом уровне до конца эксперимента. На протяжении всего периода присутствия токсикантов, после резкого синхронного снижения амплитуды раскрытия створок в первые минуты эксперимента, в дальнейшем, поведение моллюсков, при сниженной амплитуде раскрытия створок, представляет собой несинхронное бессистемное хлопанье створок, чередующееся с частыми периодами закрывания створок до уровня 2–3% на непродолжительное время (3–5 минут). При этом, с увеличением концентрации и длительности воздействия токсикантов продолжительность периодов пребывания моллюсков с полностью закрытыми створками увеличивается. После снятия воздействия токсикантов у моллюсков еще до момента полной смены воды в аквариуме отмечается быстрое восстановление амплитуды раскрытия створок. Полное восстановление амплитуды раскрытия створок отмечается через 2–4 часа после снятия воздействия в зависимости от концентрации использованного в эксперименте экстракта бурового шлама. Скорость восстановления снижается при воздействиях более высоких концентраций экстрактов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и города Севастополь в рамках научного проекта № 18-45-920061.

Список использованной литературы:

Трусевич В.В., Гайский П.В., Кузьмин К.А. Автоматизированный биомониторинг водной среды с использованием реакций двустворчатых моллюсков // Морской гидрофизический журнал. 2010. №3. С. 75–83.

Тезисы докладов
Международной научно-технической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2020»

На русском языке

Подписано к печати 31.10. 2020.

Заказ 48. Тираж 250 экз.

Отпечатано ИП Куликов А.С.
299011 г. Севастополь, ул. Вакуленчука 26
Тел.: +7 918 023 13 03