

ФГБНУ «Институт природно-технических систем»
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
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-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2024»**

CONFERENCE ABSTRACTS

**International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2024"**



Севастополь
05 – 08 ноября 2024 г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Международной научно-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2024»**

CONFERENCE ABSTRACTS

**International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2024"**

*Конференция посвящена
300-летию Российской академии наук,
проводится в рамках научно-технического сотрудничества
Россия-АСЕАН-БРИКС*

Севастополь

2024 г.

УДК 55

Системы контроля окружающей среды – 2024 / Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Севастополь, 05 – 08 ноября 2024 г. – Севастополь: ИП Куликов А.С., 2024. – 154 с.

В сборнике представлены тезисы докладов Международной научно-практической 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.

Редакционная коллегия:

д.г.н., проф. Воскресенская Е.Н., д.г.н., проф., член-корр. РАН Полонский А.Б.,
к.г.н. Маслова В.Н., д.ф.-м.н. проф., академик РАН, Семенов В.А.,
д.б.н., член-корр. РАН Романовская А.А.,
д.т.н., проф. Греков Н.А., д.т.н., проф. Краснодарец Л.А.,
к.т.н., доцент Егоркин А.А.

Материалы опубликованы с сохранением авторской редакции.

*Конференция посвящена
300-летию Российской академии наук,
проводится в рамках научно-технического сотрудничества
Россия-АСЕАН-БРИКС*

ISBN 978-5-6051824-6-7

©Авторы материалов

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Маевский А.М.</i> Опыт прикладной верификации технологий оперативной океанологии на базе отечественных МРТС и МРТК глайдерного типа.	15
<i>Полонский А.Б.</i> О современном состоянии климатической системы.	16
<i>Семенов В.А.</i> Реконструкция изменений площади морских льдов в Арктике в XX веке.	17

СЕКЦИЯ 1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

<i>Абазова С.В., Евстигнеев В.П., Возняк Н.Ю., Власенко С.В., Османов Э.А., Наумова В.А.</i> Применение климатических факторов в санаторно-курортном лечении на курорте Евпатория.	21
<i>Веляев Ю.О., Майоров Д.В.</i> О возможности применения модифицированного диоксида кремния, получаемого из минерального сырья, в хроматографии.	22
<i>Вышкваркова Е.В., Греков А.Н., Маврин А.С., Трусевич В.В.</i> Сравнение алгоритмов Theta, Croston и Prophet для прогнозирования и обнаружения аномалий в биологических системах раннего оповещения.	23
<i>Гарцман Б.И., Энтин А.Л., Толкачева В.Ф.</i> Современный ГИС-инструментарий анализа структуры речных систем и морфологии их бассейнов.	24
<i>Глухов А.А., Анциферов А.В., Камбурова Л.А.</i> Микросейсмический мониторинг углепородных массивов.	25
<i>Греков А.Н., Греков Н.А.</i> Океанографическая автоматическая информационно-измерительная система для определения вертикального распределения скорости звука.	26
<i>Губарев А.В., Полонский А.Б., Валле А.А.</i> Банк океанологических данных Института природно-технических систем.	27
<i>Гузев О.А., Борисенко Э.В., Бударецкий С.И.</i> Стенд для исследований теплового состояния насыпи, продуваемой воздухом и прогреваемой внешним и внутренним источниками тепла.	28
<i>Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г.</i> Регулирование производства тепла в когенерационных микрогазотурбинных установках (МГТУ) с применением силового управляемого электронного преобразователя.	29

<i>Иванов Е.Н.</i> Организация системы контроля температурных параметров высокогорных территорий по высотным уровням.	30
<i>Клименко А.В.</i> Лабораторные испытания макета гидростатического измерителя плотности морской воды.	31
<i>Клименко А.Г., Дологлонян А.В., Матвеев В.Т.</i> Анализ современных технологий повышения эффективности использования тепловых выбросов двигателей внутреннего сгорания (ДВС).	32
<i>Ковзель Д.Г.</i> Комплекс гидроакустического мониторинга акваторий «Шельф-14».	33
<i>Красnodубец Л.А.</i> Применение метода динамических измерений для определения текущей глубины погружения автономного профилографа.	34
<i>Красnodубец Л.Л., Канов Л.Н.</i> Оптимальное управление электроприводом погружного зонда в условиях переменной плотности морской воды.	35
<i>Кузьмин К.А.</i> Оценка влияния радиальных колебаний в ультразвуковом пьезоизлучателе на метрологические характеристики измерителя скорости звука в воде.	36
<i>Ломя Р.Ф., Строчан Т.П.</i> Подводный мониторинг ихтиофауны с использованием ip-камер и алгоритмов машинного обучения.	37
<i>Манульчев Д.С.</i> Акустическое поле в акватории во время забивки кондукторной колонны на берегу.	38
<i>Мишууров В.Ж., Кузьмин К.А., Трусевич В.В., Рязанов В.А., Пасынков М.А.</i> Двигательная реакция створок мидий на воздействие оптического излучения в диапазоне 400–1000 нм для решения задач экологического мониторинга водной среды.	39
<i>Носова А.О., Успенская М.В., Олехнович Р.О.</i> Применение методов термического анализа для обнаружения и определения массовой концентрации микрочастиц поливинилхлорида в пробах почв.	40
<i>Нурзай В.А., Губарев Ф.А., Смокталь Н.Н., Лей В.А.</i> Измерение параметров вибрации корпусов электрических машин.	41
<i>Озов Х.Х., Строчан Т. П., Капба И.В.</i> Анализ мощностей ГЭС за весь период развития гидроэнергетики в Республике Абхазия.	42
<i>Олейников А.М., Канов Л.Н.</i> Определение места повреждения изоляции линии электропитания.	43
<i>Пасынков М.А., Рязанов В.А., Кузьмин К.А., Мишууров В.Ж.</i> Разработка автономного измерителя.	44
<i>Пеньков М.Н.</i> Применение акселерометра ADXL345 при измерении профиля плотности.	45

<i>Руднев В.П.</i> Исследование трещиностойкости конструкционных алюминиевых сплавов при длительном воздействии статической нагрузки и коррозионной среды.	46
<i>Руднева И.И., Медянкина М.В., Шайда В.Г.</i> Оценка токсичности буровых растворов методами биотестирования.	47
<i>Рязанов В.А., Пасынков М.А., Мишуров В.Ж., Кузьмин К.А.</i> Технология повышения качества протектора ультразвукового первичного преобразователя.	48
<i>Сальников В.Г.</i> Испытания на водопоглощение образца углепластика в морской среде с контролем изменения массы гравиметрическим методом	49
<i>Самойлов С.Ю., Евстигнеев В.П., Егоркин А.А.</i> Разработка методики создания объединенной гетерогенной сети мониторинга атмосферного воздуха с применением комплекса «МетеоДозор».	50
<i>Семькина И.Ю.</i> Методы обнаружения утечек в подводных трубопроводах.	51
<i>Силкин П.П.</i> Оценка возможности использования хронологий плотности клеточной стенки в дендроклиматических исследованиях.	52
<i>Халиков И.С.</i> Использование колонки hawach scientific (Китай) в методе ВЭЖХ для определения ПАУ.	53
<i>Химченко Е.В.</i> Контактные наблюдения внутренних волн в Черном море.	54
<i>Чачиев Д.Р., Сосновский Ю.В.</i> Модель потерь сигнала, адаптированная под условия Крымского полуострова.	55
<i>Чердакова А.С., Гальченко С.В., Воробьева Е.В.</i> Эффективность очистки нефтезагрязненных вод методом пневмосепарирования в присутствии гуминового препарата.	56
<i>Шаповалов О.Ю.</i> Макетирование конструкции и электронных блоков измерительного зонда и приемной базовой станции.	57
<i>Шишкин Ю.Е.</i> Дифференциальный подход в разработке модели системы измерения плотности воды и анализе данных.	58
<i>Шишкин Ю.Е.</i> Создание и применение программных алгоритмов на основе машинного обучения для обнаружения экологических аномалий в морских системах.	59
<i>Щодро А.Е.</i> Новые принципы методов расчёта размыва берегов.	60

**СЕКЦИЯ 2. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

- Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Гочаков А.В., Збиранник А.А., Газимов Т.Ф.* 63
Синоптические условия формирования экстремальных осадков на юге
Восточной Сибири и в Монголии.
- Афанасьева В.В., Воскресенская Е.Н., Марчукова О.В.* 64
Роль пассатов в
формировании событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья.
- Базюра Е.А., Полонский А.Б.* 65
Изменчивость различных компонент теплового
баланса на поверхности северной части Атлантического океана.
- Богданович А.Ю.* 66
Система RANGES для расчета климатической области
распространения климатообусловленного явления.
- Бурундукова О.А., Марчукова О.В.* 67
Климатические аномалии Арктического
региона в периоды явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.
- Валле А.А., Полонский А.Б.* 68
Об изменчивости растворенного кислорода в
водах северо-западного шельфа Черного моря в весенний период.
- Верещагина М.А.* 69
Развитие сельского хозяйства в суровых климатических
условиях.
- Возная Т.В., Курченко В.М., Полонский А.Б.* 70
Аномалии температуры
поверхности океана в области Канарского и Чилийского апвеллингов и
влияние событий Эль-Ниньо на них.
- Воронцов А.А., Булыгин А.М., Нефедова Г.И.* 71
Тенденции климатических
изменений термохалинных условий в прибрежных районах Черного и
Азовского морей.
- Гайко Л.А.* 72
Особенности температурного режима южной части
Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого, СЗ
Японского моря).
- Гребнева Е.А., Полонский А.Б.* 73
Оценка точности данных ре-анализа stems
bs-biogeochemistry в воспроизведении трендов величины Рн в Черном море.
- Добровольский С.Г., Юшков В.П., Соломонова И.В.* 74
О применении теории
Хассельманна для оценки неопределенностей прогнозов глобального
климата.
- Добролюбов Н.Ю., Семенов С.М.* 75
Об изменениях годового хода
среднемесячной температуры воздуха в приповерхностном слое.
- Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воронцов А.А.* 76
Экстремальные штормы в
Азово-черноморском регионе в контексте многолетней изменчивости
ветро-волновых аномалий в регионе.

<i>Егоркин А.А., Журавский В.Ю.</i> Ретроспективный анализ мезомасштабной модели WRF с учетом различных схем параметризации.	77
<i>Жаринова Э.А., Нечепуренко О.Е., Пустовалов К.Н.</i> Пространственно-временная изменчивость молниевой активности в регионах Арктики.	78
<i>Капустин А.В., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.</i> Оценка климатической изменчивости температуры воздуха в Крыму.	79
<i>Касландзия Н.Д., Ахсалба А.К.</i> Исследование режима атмосферных осадков на территории Республики Абхазия в 21-столетий.	80
<i>Кузнецова В.П.</i> Анализ гидрометеорологических условий как фактора пирогенной опасности юга Западной Сибири.	81
<i>Лазарева А.И., Марчукова О.В.</i> Влияние изменения климата на популяцию белого медведя на острове Врангеля.	82
<i>Лубков А.С., Воскресенская Е.Н.</i> Прогнозирование явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья с применением нейросетевого моделирования и сопоставление результатов с мировым опытом.	83
<i>Лубков А.С., Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н., Щодро А.Е.</i> Модель прогнозирования катастрофических паводков на территории Крыма.	84
<i>Лытов В.М., Трофименко Ю.В., Гинзбург В.А., Якубович А.Н., Шелмаков С.В., Деянов Д.А., Шашина Е.В., Зеленова М.С., Зайнулин С.М.</i> Реализация транспортной модели для оценки выбросов парниковых газов от автомобильного и внедорожного транспорта на национальном уровне.	85
<i>Маслова В.Н., Воскресенская Е.Н.</i> Изменения циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе.	86
<i>Мирзоев В.А., Гайдукова Е.В.</i> Изменения климата и окружающей среды в бассейне реки Зеравшан (Узбекистан).	87
<i>Новоселова Е.В., Файман П.А., Дидов А.А., Будянский М.В., Белоненко Т.В., Улейский М.Ю.</i> Применение гидродинамического и лагранжева моделирования для исследования динамики вод Лофотенского вихря.	88
<i>Носкова Е.В., Вахнина И.Л.</i> Современные климатические тенденции Забайкальского края.	89
<i>Ормели Е.И., Перелыгина Ю.М.</i> Оценка условий засухливости Правобережных районов Саратовской области.	90
<i>Парфенова А.В., Кульгин В.В.</i> Анализ изменения индекса аридности в бассейне нижнего Дона.	91
<i>Пачулия Э.В., Экба Я.А.</i> Условие возникновения шквалов на территории Абхазии.	92

<i>Пекарникова М.Е., Валиуллина К.Б.</i> Правовое регулирование эмиссии метана и его роль в достижении основной цели Парижского соглашения. Общий анализ проблемы.	93
<i>Переведенцев Ю.П., Мирсаева Н.А., Гурьянов В.В., Николаев А.А., Тагиров М.Ш.</i> Долгопериодные климатические изменения в Казани и их последствия.	94
<i>Полонский А.Б., Сухонос П.А.</i> Оценка качества воспроизведения межгодовых изменений осадков над Чёрным морем по данным моделей проекта СМIP6.	95
<i>Полонский А.Б., Сухонос П.А.</i> Оценка качества воспроизведения сезонного цикла осадков над Чёрным морем по данным моделей проекта СМIP6.	96
<i>Поповнин В.В.</i> Эскалация сокращения водно-ледовых ресурсов Кавказа: миф или реальность?	97
<i>Постникова Т.Н., Рыбак О.О., Губанов А.С., Зеколлари Х., Хусс М.</i> Прогноз образования новых прогляциальных озёр по мере отступления ледников Эльбруса в XXI веке.	98
<i>Русинова В.К.</i> Изменения температурно-влажностного режима на Европейской территории России.	99
<i>Рыбак О.О., Рыбак Е.А.</i> Влияет ли погодный шум на модельные оценки поверхностного баланса массы горного ледника?	100
<i>Сафина Р.А., Марчукова О.В.</i> Выбор моделей СМIP6 для анализа будущих изменений климата Сибири.	101
<i>Семенова К.А., Волкова Е.С.</i> Анализ климатических явлений теплого периода, воздействующих на урожайность сельхозкультур на равнинной южно-таежной территории Западной Сибири.	102
<i>Серебренников А.Н., Полонский А.Б.</i> Геострофический перенос в системе восточных пограничных апвеллингов. Атлантические апвеллинги.	103
<i>Соколов А.В., Коваль А.В., Савенкова Е.Н.</i> Оценка связи динамического режима мезосферы со стратосферной циркуляцией по данным re-анализа и свч-радиометрии.	104
<i>Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н.</i> Оценка условий теплового комфорта во время аномальной жары на территории города Севастополя.	105
<i>Сухонос О.Ю., Вышкваркова Е.В.</i> Тенденции изменения индекса Шеффера, как индикатора риска разрушения деревянных конструкций объектов культурного наследия, на Европейской части России.	106
<i>Торбинский А.В., Полонский А.Б., Губарев А.В.</i> Об аномалиях температуры поверхности Индийского океана и их влиянии на пространственно-временную изменчивость приземной температуры воздуха в Африканско-	107

Европейском регионе и прилегающей части Атлантики.

Федотов А.Б. Исследование вихревого поля, генерируемого струйным зональным ветровым течением в океане. 108

Чередыко Н.Н., Волкова М.А., Кужевская И.В. Изменения аридных ландшафтов юга Сибири в XXI в. 109

Шушпанов А.А., Пекарникова М.Е. Выбросы парниковых газов и климатическая политика Российской Федерации. 110

Экба Я.А., Хинтуба Л.В. Оценка влияния парниковых газов на температуру приповерхностного слоя воздуха в Абхазии. 111

СЕКЦИЯ 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Агаркова-Лях И.В., Васейкина Н.А. Оценка потребностей Севастополя в пляжах в условиях развития туризма и роста численности населения. 115

Александров Е.Г., Егоркин А.А. Анализ загрязнения водного объекта приморской территории с применением численного моделирования. 116

Андреева Н.А., Пеньков М.Н., Шупова Е.В. Влияние переменного магнитного поля на пигментный состав двух штаммов цианобактерий. 117

Бакурова Э.Ю., Имшенник Е.В., Нахутин А.И. Разработка уточненных национальных коэффициентов выбросов диоксида углерода от производства технического углерода на предприятиях Российской Федерации. 118

Березнев А.А. Влияние деятельности аэропорта Шереметьево на состояние окружающей среды. Оценка деятельности за 2023 г. 119

Галушин Д.А., Громов С.А. Оценка влажных выпадений соединений серы на территории Центрального федерального округа России по результатам моделирования ЕМЕП в 2015 - 2021 гг. 120

Губарева Т.С., Амеличев Г.Н., Токарев С.В., Вахрушев Б.А., Гарцман Б.И., Науменко В.Г., Амеличев Е.Г., Вахрушев И.Б. Гидрологическая структура стока в карстовых бассейнах Горного Крыма. 121

Дубас В.В., Алексашкин И.В., Калягина В.О., Хижняк Ю.С. Эколого-геохимическое состояние почв под посадками сосны крымской (*Pinus pallasiana*) Карадагского природного заповедника. 122

Егоркин А.А., Конченко Д.О. Использование элементов искусственного интеллекта для прогнозирования состояния окружающей среды приморской территории. 123

Жигачева Е.С., Громов С.А. Тенденции изменения концентраций основных ионов в природных водах двух малых рек Азиатской части России за 15 лет 124

(2009–2023 гг.).

- Ильин А.В., Ершов М.А., Савеленко В.Д., Зеленова М.С., Гинзбург В.А., Зайнулин С.М., Лытов В.М.* Исследование компонентного состава приоритетных видов газового топлива для разработки национальных коэффициентов выбросов CO₂. 125
- Казанкова И.И.* О возможности влияния событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья на потенциальную пополняемость популяции мидии у берегов Крыма. 126
- Киселёва А.А., Шулико Н.Н.* Экологическое состояние ризосферы яровой мягкой пшеницы. 127
- Королёв М.А., Яковлева Е.В., Габов Д.Н., Шамрикова Е.В., Жангуров Е.В., Панюков А.Н.* Аккумуляция полициклических ароматических углеводородов в почвах и растениях горных тундр Полярного Урала: экологические и токсикологические аспекты. 128
- Красовская В.С., Воскресенская Е.Н.* Закономерности связи вегетационного индекса NDVI с приземной температурой и осадками. 129
- Куликова А.П., Егоркин А.А.* Распространение загрязняющих веществ в условиях сложного рельефа. 130
- Лей В.А., Нурзай В.А., Гаврисенко С.Л.* Разработка географической информационной системы для цифровой инвентаризации стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха города Севастополя. 131
- Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В.* Оценка деградации земель: особенности использования глобальных и региональных индикаторов. 132
- Лукина М.Д., Егоркин А.А., CFD* – моделирование рассеивания загрязняющих веществ на урбанизированных приморских территориях с учетом вторичных химических превращений. 133
- Лысенко В.И.* Влияние флюидов сипов бухты Ласпи на гидросферу, атмосферу и биосферу (Южный берег Крыма). 134
- Лю-Лян-Мин Е.И., Шамрикова Е.В., Груздев И.В., Жангуров Е.В.* Липидные компоненты почв Полярного Урала на карбонатных породах (хребет Большой Пайпудынский). 135
- Ляпина Е.Е.* Особенности накопления химических элементов в хвое южного берега Республики Крым. 136
- Марандиди С.И., Ахсалба А.К., Кишмария Я.Ш.* Исследование концентрации метана в атмосферном воздухе на территории Республики Абхазия. 137
- Мегер Я.В., Пионтковский С.А.* Пространственное распределение и соотношение биомассы желетелого и кормового зоопланктона в мировом океане. 138

<i>Мельникова Е.Б.</i> Особенности интенсивности свечения гидробионтов при различных уровнях загрязнения тяжелыми металлами.	139
<i>Мирсанов М.А., Нечепуренко О.Е.</i> Потоки скрытого и явного тепла на участках стационара «Васюганье».	140
<i>Мищенко К.И., Громов С.А., Жадановская Е.А.</i> Оценка изменения выбросов в атмосферу на территории Сибири и Дальнего Востока России для характеристики регионального загрязнения.	141
<i>Новиков А.А., Каширина Е.С.</i> Оценка репрезентативности цифровых моделей рельефа Srtm gl1, aster gdem v3, alos v3.2 copernicus dem v1.2.	142
<i>Пастухов Б.В., Парамонов С.Г.</i> Соединения серы и азота в атмосферном воздухе фоновых районов Европейской части России.	143
<i>Петренко А.Е., Лысенко В.И., Новохацкая А.А.</i> Результаты обследования экологического состояния поверхностных источников юго-западного Крыма.	144
<i>Попов И.О., Попова Е.Н.</i> Разработка методики снижения числа климатических предикторов в моделировании ареалов видов.	145
<i>Походня Е.И., Динкелакер Н.В.</i> Накопление тяжёлых металлов в экосистемах урбанизированных территорий в условиях климатических аномалий.	146
<i>Смирнова Л.Л., Катунина Е.В.</i> Органические соединения в месячных суммарных атмосферных выпадениях на Севастопольском взморье.	147
<i>Терентьев А.С.</i> Трофическая структура зообентоса Керченского пролива при различных уровнях его развития.	148
<i>Титов В.Ю., Абазова С.В., Ступников С.А.</i> Методы создания конвейера данных обработки измерений параметров окружающей среды для целей курортной медицины.	149
<i>Факаева Н.Р., Демежко Д.Ю., Горностаева А.А., Хацкевич Б.Д.</i> Теплопроводность снежного покрова в Екатеринбурге.	150
<i>Чернышев А.В., Зубкова В.М.</i> Оценка накопительной способности инвазионного растения <i>Solidago gigantea</i> Ait. по отношению к тяжелым металлам (ТМ).	151
<i>Шшикин Г.И., Гурьянов В.В.</i> Пространственно-временное распределение мелкодисперсных частиц PM10 в атмосфере Приволжского федерального округа.	152
<i>Шулико Н.Н.</i> Микробный ценоз – индикатор экологического состояния лугово-черноземной почв.	153

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

**ОПЫТ ПРИКЛАДНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ
ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОЛОГИИ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
МРТС И МРТК ГЛАЙДЕРНОГО ТИПА**

Маевский А.М.

Акционерное общество «Научно-Производственное Предприятие Подводных Технологий
«Океанос», г. Санкт-Петербург, Россия
office@oceanos.ru

Мониторинг и исследование морских акваторий сегодня является одним из приоритетных направлений морской политики РФ. Охрана окружающей среды при передвижении судов по Северному морскому пути, обеспечение безопасности критических объектов морской инфраструктуры, поиск углеводородных месторождений и многие другие задачи могут быть успешно решены элементами морских робототехнических комплексов (МРТК) в составе подводных и волновых глайдеров.

Высокая степень автономности подводного глайдера, возможности интеллектуального анализа текущих результатов мониторинга и корректировки миссии, модульность исполнения и групповые алгоритмы применения в паре с волновым глайдером или БПЛА способны существенно увеличить скорость получения большого массива океанологических данных. Это обеспечивает высокую точность прогнозирования климатических изменений, а также сокращает экономические затраты на проведение исследований.

В России практической разработкой глайдеров занимаются научные команды СПбГМТУ и АО «НПП ПТ «Океанос». Созданные ими ходовые стенды подводного и волнового глайдеров прошли неоднократное апробирование различных конструктивных и программно-аппаратных решений. Результаты учений «Безопасная Арктика – 2023» и морского натурного эксперимента на Беломорской Биологической Станции МГУ демонстрируют возможность применения МРТК глайдерного типа для решения широкого спектра задач, в том числе мониторинга и патрулирования акватории.

Список использованной литературы:

Маевский А. М., Гайкович Б. А. Разработка гибридных автономных необитаемых аппаратов для исследования месторождений углеводородов // Научно-технический сборник Вести газовой науки. – 2019. – № 2(39). – С. 29–40.

Маевский А. М., Занин В. Ю., Турсенев С. А. Применение групп автономных необитаемых подводных аппаратов планерного типа в качестве систем мониторинга подводных потенциально-опасных объектов на примере мониторинга экологического состояния акватории при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов // «Научно-аналитический журнал вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС РОССИИ». – 2021. – № 2. – С. 25–32.

Маевский А. М., Печайко И. А., Турсенев С. А. Применение морских робототехнических комплексов для мониторинга и анализа потенциально опасных подводных объектов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2021. – № 2(58). – С. 32–39.

Nikushchenko D., Maevskiy A., Kozhemyakin I., Ryzhov V., Goreliy A., Sulima T. Development of a Structural-Functional Approach for Heterogeneous Glider-Type Marine Robotic Complexes' Group Interaction to Solve Environmental Monitoring and Patrolling Problems // Journal of Marine Science and Engineering. – 2022. – № 10 – 1531. – DOI 10.3390/jmse10101531.

Xu J., Wang X., Liu P., Duan Q. Adaptive Proportional-Integral Sliding Mode-Based Fault Tolerant Control for Autonomous Underwater Vehicles with Thrusters Saturation and Potential Failure // Journal of Marine Science and Engineering – 2022 – № 10. – DOI 10.3390/jmse10111614.

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Полонский А.Б.

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

apolonsky5@mail.ru

Доклад посвящен обсуждению состояния глобальной климатической системы в последние десятилетия. Анализируется относительная роль различных механизмов, приведших к тому, что 2023 год оказался самым теплым за период инструментальных наблюдений, начиная со второй половины 19 века. Последовательно рассмотрены тренды приземной температуры столетнего масштаба (являющиеся, главным образом, следствием глобального потепления антропогенного происхождения), междесятилетние и межгодовые естественные вариации в системе «океан-атмосфера» (проявляющиеся, в частности, в виде квазипериодических мод типа Атлантической Мультидекадной Осцилляции – АМО, Тихоокеанского декадного колебания и Эль-Ниньо-Южной Осцилляции – ЭНЮК). Сделан вывод, что вклад естественной климатической изменчивости в аномальное потепление 2023 года составляет более 2/3. Отмечено, что три самых теплых года за весь период инструментальных наблюдений совпали с событиями ЭНЮК и пришлись на теплую фазу АМО. Во второй части доклада подробно анализируется величина естественных источников и стоков углерода в климатической системе по сравнению с антропогенными выбросами. Поскольку глобальные антропогенные выбросы на годовом масштабе относительно невелики (составляют порядка 10% от величины чистой первичной продукции), меняющаяся от года к году эмиссия углекислого газа в результате хозяйственной деятельности человека вносит малый вклад межгодовую изменчивость содержания CO_2 в атмосфере. В тоже время, возрастающая со временем эмиссия парниковых газов, а также из-за того, что большинство этих газов, включая CO_2 , относятся к долгоживущим, глобальное потепление антропогенного характера существенно влияет на климатические характеристики на временных масштабах от нескольких десятилетий. Подчеркивается продолжающееся интенсивное увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, которая достигла в 2023 году 419.3 ± 0.1 ppm (частей на миллион, т.е., $\sim 0,042\%$). Это величина на 50% превышает величину содержания CO_2 в атмосфере в доиндустриальную эпоху. Причем рост этой концентрации по сравнению с 2022 годом составил 2.8 ppm и был четвертым по скорости увеличения среднегодовой концентрации CO_2 за период соответствующих регулярных наблюдений, начатых в 1960-х гг. (несмотря на подписание Парижского соглашения 2015 года).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ПЛОЩАДИ МОРСКИХ ЛЬДОВ В АРКТИКЕ В XX ВЕКЕ

Семенов В.А.

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

Институт географии РАН, г. Москва, Россия

vasemenov@ifaran.ru

Сокращение площади морского льда в Арктике в последние десятилетия является одним из самых ярких проявлений продолжающегося глобального потепления. Изменения площади морских льдов в Арктике непрерывно наблюдаются со спутников с 1979 года, относительно хорошо отслеживаются с 1950-х годов, но крайне неопределенны в более ранний период из-за отсутствия достаточного количества наблюдений. Середина XX века характеризовалась сильным потеплением в Арктике, так называемым потеплением начала двадцатого века (ПСДВ), величина которого совсем недавно была превышена продолжающимся потеплением. В то время как температурные колебания во время ПСДВ относительно хорошо изучены, нет единого мнения о том, сопровождалось ли потепление быстрым сокращением морского льда, как в современный период.

В последние годы были опубликованы несколько реконструкций исторических данных о концентрации морского льда (КМЛ) на основе обобщенных региональных данных или путем с помощью гибридного модельно-эмпирического подхода. В данном докладе представлена новая реконструкция КМЛ за период 1901–2019 гг. на основе связей между пространственно-временной структурой вариаций КМЛ и температурой приземного воздуха, температурой поверхности моря и давлением на уровне моря (Semenov et al., 2024). Реконструированные данные о морском льде за март и сентябрь сравниваются с часто используемыми массивами данных HadISST1.1 (Raynet et al., 2003) и SIBT1850 (Walsh et al., 2017). Новая реконструкция показывает значительное уменьшение КМЛ с 1920 по 1940 гг., совпадающее с потеплением начала 20 века в Арктике. Такая отрицательная аномалия КМЛ отсутствует в данных HadISST1.1. Амплитуда аномалии SIA достигает около 0,8 млн. км² в марте и 1,5 млн. км² в сентябре. Аномалия примерно в три раза сильнее, чем в массиве данных SIBT1850. Более значительное сокращение КМЛ в сентябре в значительной степени обусловлено более сильным уменьшением КМЛ в западном секторе Северного Ледовитого океана в широтной зоне 70–80° с. ш.

Новая реконструкция предоставляет исследователям среднемесячные сеточные данные по КМЛ с начала XX века, которые могут быть использованы, в том числе, в качестве граничных условий для атмосферных реанализов и модельных экспериментов по изучению климата Арктики в первой половине XX века.

Исследование выполнено при частичной поддержке Российского научного фонда, грант № 23-47-00104.

Список использованной литературы:

Rayner N. A., Parker D. E., Horton E. B., Folland C. K., Alexander L. V., Rowell D. P., Kent E. C., Kaplan A. Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century // *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. – 2003. – Vol. 108, No. D14. – P. 4407. – DOI 10.1029/2002JD002670.

Semenov V. A., Aldonina T. A., Li F., Keenlyside N. Arctic Sea Ice Variations in the First Half of the 20th Century: A New Reconstruction Based on Hydrometeorological Data // *Advances in Atmospheric Sciences*. – 2024. – Vol. 41. – P. 1483–1495. – DOI 10.1007/s00376-024-3320-x.

Walsh J. E., Fetterer F., Scott Stewart J., Chapman W. L. A Database for Depicting Arctic Sea Ice Variations Back to 1850 // *Geographical Review*. – 2017. – Vol. 107. – P. 89–107. – DOI 10.1111/j.1931-0846.2016.12195.x.

СЕКЦИЯ 1

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ПРИМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В САНАТОРНО-КУРОРТНОМ ЛЕЧЕНИИ НА КУРОРТЕ ЕВПАТОРИЯ

Абазова С.В.¹, Евстигнеев В.П.², Возняк Н.Ю.¹, Власенко С.В.¹, Османов Э.А.¹, Наумова В.А.³

¹ГБУЗ РК «Научно-исследовательский институт детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации», г. Евпатория, Россия

²ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

³ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

bioklimaticheskaya@mail.ru

Евпатория – Всесоюзная детская здравница (1936 г.) – обладает уникальными климатическими, грязевыми и бальнеотерапевтическими ресурсами. Положительное влияние климата на здоровье человека на крымских курортах применяется как одно из основных лечебных средств, в том числе и при лечении детей.

В общем комплексе оздоровительных и реабилитационных мероприятий, проводимых при санаторно-курортном лечении, особое место занимает климатотерапия – применение дозированного воздействия на организм таких климатопогодных факторов как температура и влажность воздуха, интенсивность солнечной радиации, скорость ветра, облачность и количество осадков, атмосферное давление.

При назначении климатических процедур важно учитывать степень воздействия и уровень комфортности климата для конкретного человека. Для рационального использования климатических факторов курорта в 1925 г. была создана Биоклиматическая станция (БКС), где с 1926 г. профессором, научным сотрудником ВНИИ метрологии (г. Ленинград), инженером-физиком А. Н. Бойко, проводились актинометрические исследования, которые позволяли евпаторийскому курорту разрабатывать и внедрять в практику самые передовые технологии дозирования метеофакторов. В результате проводимых исследований, по предложению профессора А. Н. Бойко на Евпаторийском курорте впервые в Советском союзе была внедрена в широкую курортную практику дозировка солнечных процедур в калориях вместо минут.

С 1956 г. впервые в мировой практике БКС перешла с дозирования солнечных ванн по калориям на их дозирование в лечебных дозах с учетом ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца, поскольку именно УФ-часть солнечного спектра является наиболее биологически значимой. Профессор В. А. Яковенко первый определил эквивалентно-эффективную температуру при отпуске солнечных ванн.

Таки образом, проводимые, на протяжении 100 лет клинические наблюдения и исследования по влиянию климатических факторов на организм человека, течению хронических заболеваний позволяют констатировать факт формирования в г. Евпатории научной школы мирового уровня «Медицинская климатология».

На данном этапе БКС продолжает работу по направлению «Медицинская климатология», которое включает в себя следующие методы: клинико-физиологические, общей метрологии и климатологии.

Для сбора необходимых метеоданных, сотрудниками отделения медицинской климатологии ГБУЗ РК «НИИ детской курортологии, физиотерапии и медицинской реабилитации» используется автоматическая метеорологическая станция «Сокол-М1», позволяющая фиксировать различные значения погодных показателей в круглосуточном режиме для дальнейшего применения их при расчете биоклиматических индексов и определении комфортности пребывания на курорте Евпатория.

Находящиеся на санаторно-курортном лечении дети проходят специально разработанный трехразовый опрос, позволяющий выявить влияние метеофакторов на их общее состояние. Полученные сведения позволяют установить взаимосвязь погодных условий и объективного состояния детей, оценить влияние климатических факторов на нормализацию функций детского организма, особое внимание уделяется профилактике метеопатических реакций, что в совокупности позволяет применять на курорте климатолечение как один из методов восстановительной терапии, реабилитации. В современных условиях ухудшения экологических факторов, психогенной, техногенной нагрузки на организм человека, интенсификации санаторно-курортного лечения, сокращения времени пребывания на курорте физиологически грамотный, научно обоснованный подход к сочетанию климато-бальнео факторов приобретает особую актуальность. В связи с этим «Медицинская климатология» формируется как самостоятельная медицинская специальность, требующая соответствующей подготовки врачебного персонала, участвующего в лечении детей на курорте.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ, В ХРОМАТОГРАФИИ

Веляев Ю.О.¹, Майоров Д.В.²

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ИХТРЭМС КНЦ РАН, г. Апатиты, Россия

velyaevyo@yandex.ru

Анализ сложных систем окружающей среды, состоящих из большого количества различных органических и неорганических объектов, является на сегодняшний день актуальной задачей, стоящей перед аналитиками. Решение этой проблемы становится невозможно без использования хроматографических методов исследований, применяемых не только на этапе пробоподготовки, но и непосредственно при анализе определённой фракции реальной матричной системы (Бородина, 2023). Хроматография, как, прежде всего, способ разделения компонентов, позволяет провести качественную и количественную оценку изучаемой системы. В основе хроматографического разделения компонентов лежит прохождение компонентов системы через специальную колонку, заполненную высокопористым и селективным по отношению к определённым компонентам изучаемой матрицы веществам. Обычно в качестве такого наполнителя применяют высокочистые аморфные кремнезёмы, поверхность которых модифицирована специальными функциональными группами.

На сегодняшний день наполнители для хроматографических колонок получают на основе реактивного сырья, однако использование в качестве исходного материала для синтеза подобных продуктов дешевого минерального сырья может значительно снизить себестоимость такого наполнителя. Таким сырьём может быть нефелиновый концентрат, который производится в качестве попутного продукта в Мурманской области (Майоров, 2023) в больших масштабах при обогащении апатито-нефелиновых руд и практически не используется. На его основе может быть получен высокочистый аморфный диоксид кремния с развитой удельной поверхностью (Maiorov, 2022), величина которой, в зависимости от условий синтеза, может достигать различных значений (Майоров, 2022; Mayorov, 2023). Авторами изучена возможность модификации полученного из нефелина кремнезёма различными алкильными функциональными группами. В основе данного процесса лежит реакция поликонденсации поверхностных гидроксильных групп кремнезёма с молекулами различных модификаторов в апротонной среде. В результате проведенных исследований были получены опытные образцы модифицированных кремнезёмов с удельной поверхностью не ниже 370 м²/г, что соответствует текущими характеристиками наполнителей, используемых для заполнения хроматографических колонок, применяющихся, в том числе, в приборной реализации высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Список использованной литературы:

Бородина А. В., Веляев Ю. О., Осокин А. Р. Комплексный методический подход в определении липидов моллюсков // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – № 53(4). – С. 662–671.

Майоров Д. В., Веляев Ю. О. О возможности использования диоксида кремния, получаемого из минерального сырья, в качестве энтеросорбента // Химическая технология. – 2023. – № 24 (3). – С. 85–92.

Maiorov D., et al. Structural and surface properties of silicon dioxides obtained by extraction from sulfuric acid solutions of nepheline decomposition // Materials Science Forum. – 2022. – № 1052. – P. 116–121.

Майоров Д. В., Веляев Ю. О. Структурно-поверхностные и сорбционные свойства диоксида кремния, получаемого из нефелинсодержащего сырья // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2022. – Т. 22, № 5. – С. 725–736.

Mayorov D. V., et al. Physicochemical, structural, and surface properties of silicon dioxide produced from mineral raw materials // Inorganic Materials: Applied Research. – 2023. – № 14(5-6). – P. 1263–1269.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ THETA, CROSTON И PROPHET ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ

Вышкваркова Е.В., Греков А.Н., Маврин А.С., Трусевич В.В.

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

Оценка качества воды и точное прогнозирование показателей загрязнения воды являются ключевыми компонентами в управлении водными ресурсами и контроле загрязнения воды. Использование биологических систем раннего оповещения (BEWS), в которых в качестве биосенсоров используются живые организмы, позволяет проводить комплексную оценку состояния водной среды и своевременно реагировать в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

В данной работе мы рассматриваем три алгоритма машинного обучения (Theta, Croston и Prophet) для прогнозирования данных об активности двустворчатых моллюсков, полученных с помощью разработанного авторами автоматизированного комплекса биомониторинга водной среды. В качестве исходных данных использована величина раскрытия створок в мм 16 мидий. В качестве меры обнаружения аномалий в данных использовалась среднеквадратическая ошибка (RMSE). Набор переменных параметров, общих для всех моделей, состоит из: время усреднения (от 10 с до 30 мин), количество точек прогнозирования (или интервал) (от 1 до 6 или от одной минуты до часа), размер обучающей выборки (от одного до 5 дней).

В результате разработан алгоритм обнаружения аномалий в данных об активности двустворчатых моллюсков. Наши результаты показали, что для одной из аномалий Prophet оказался лучшим методом, а для двух других время обнаружения аномалии не отличалось между методами. Сравнение методов с точки зрения скорости вычислений показало преимущество метода Croston (Grekov et al., 2024).

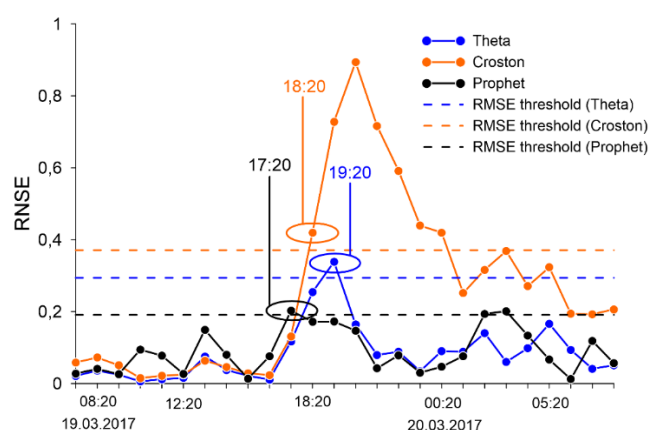


Рисунок 1 – Время обнаружения аномалии 1 (19 марта 2017 г.) тремя методами с 20-минутным усреднением и тремя точками прогнозирования

Разработанный алгоритм обнаружения аномалий может быть эффективно включен в программное обеспечение биологических систем раннего оповещения, способствуя быстрому реагированию на изменения в водной среде.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00558, <https://rscf.ru/project/23-29-00558/>.

Список использованной литературы:

Grekov A. N., Vyshkvarkova E. V., Mavrin A. S. Forecasting and Anomaly Detection in BEWS: Comparative Study of Theta, Croston, and Prophet Algorithms // Forecasting. – 2024. – Vol. 6. – P. 343–356. – DOI 10.3390/forecast6020019.

СОВРЕМЕННЫЙ ГИС-ИНСТРУМЕНТАРИЙ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ РЕЧНЫХ СИСТЕМ И МОРФОЛОГИИ ИХ БАССЕЙНОВ

Гарцман Б.И.^{1,3}, Энтин А.Л.^{1,2}, Толкачева В.Ф.¹

¹ФГБНУ «Институт водных проблем Российской академии наук», г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова»,
г. Москва, Россия

³ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
gartsman@inbox.ru

Развитие гидрологического моделирования в условиях нестационарного климата и динамичности ландшафтного строения бассейнов при дефиците данных наблюдений, требует взаимоувязанного расширения теоретической и информационной базы. Необходимо привлечение нового массива данных – достаточно доступных и надежных, характеризующих неизученные бассейны и редкие гидрологические события, допускающих органичное развитие теории моделирования. Перспективные возможности в этом смысле предоставляет структурно-гидрографический анализ речных систем. За последние десятилетия уже создан ряд статистических и детерминированных гидрологических моделей нового поколения с использованием данных о структуре речной сети и морфометрии бассейнов.

Ключевым элементом развития таких исследований являются современные методы анализа рельефа. Появление глобальных цифровых моделей рельефа (ЦМР) высокого разрешения создало для этого принципиально новые технические и методические возможности. Однако их реализация требует разработки программного инструментария целевой обработки ЦМР. В докладе представлены результаты разработки такого инструментария, отвечающего запросам не только гидрологии суши, но многих наук о Земле – линейка программных инструментов, реализующих преимущественно авторские методы и алгоритмы обработки ЦМР с привлечением иных видов пространственных данных. Инструменты предназначены для решения как известных, так и вновь сформулированных задач, в том числе:

- Stream Network Orders – инструмент автоматической оцифровки и порядковой классификации речной сети по ЦМР на основе вариантов т.н. “функции инициации”;
- Ridgeline Network Orders – инструмент автоматической оцифровки и порядковой классификации сети водоразделов по ЦМР на основе авторского метода;
- Watershed Thickness Metrics – инструмент автоматического определения набора мер «толщины» речного бассейна, на основе авторских алгоритмов.

Инструменты реализованы как скрипты на языке Python с использованием возможностей ArcGIS Desktop 10.8. При их разработке, если явно не указано иное, используются инструменты группы Spatial Analyst. Обратная совместимость проверена для версий ArcGIS Desktop 10.5, 10.7. Набор инструментов расположен в свободном доступе с открытым кодом по адресу <https://github.com/aentin/ArcPyStreamScape>. Результаты работы инструментов демонстрируются ниже на примере фрагмента ЦМР SRTM площадью около 1200 км² (речной бассейн), с исходным разрешением 3", трансформированного в систему координат равновеликой конической проекции и передискретизированного до пространственного разрешения 75 м.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИВП РАН FMWZ-2022-0001 № гос. рег. 122041100222–7.

МИКРОСЕЙСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВОВ

Глухов А.А., Анциферов А.В., Камбурова Л.А.

ФГБНУ «Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела» (РАНИМИ), г. Донецк, Россия
glukhov1964@yandex.ru

В настоящее время анализ микросейсмического излучения используется для решения широкого ряда экологических и производственных задач. Микросейсмические колебания представляют собой малоамплитудные колебания, вызванные как причинами природного характера, так и результатом деятельности человека. В ФГБНУ «РАНИМИ» было разработано программное обеспечение для анализа сейсмической активности зон трещиноватости вблизи крупных тектонических разломов и анализа геодинамических процессов, вызванных подземной добычей угля.

Лежащие в основе анализа мониторинговые наблюдения проводились в посёлке Объединённый (г. Макеевка, ДНР) для оценки опасности подвижек горного массива в результате отработки залегающего ниже угольного пласта. Накопленный в результате многомесячных регулярных наблюдений материал лег в основу базы данных сейсмозаписей.

Одним из основных инструментов анализа является амплитудно-частотная характеристика. На рис. 1 в качестве иллюстрации приведен характерный спектр отдельной сейсмозаписи. Визуально его можно разделить на две части. Характер малоамплитудных колебаний на частотах менее 2 Гц однороден. Это зона преимущественно микросейсмического естественного происхождения. Зона частотой выше 2 Гц – высокоамплитудная, с ярко выраженными максимумами, множеством пиков. Это шумы искусственного происхождения.

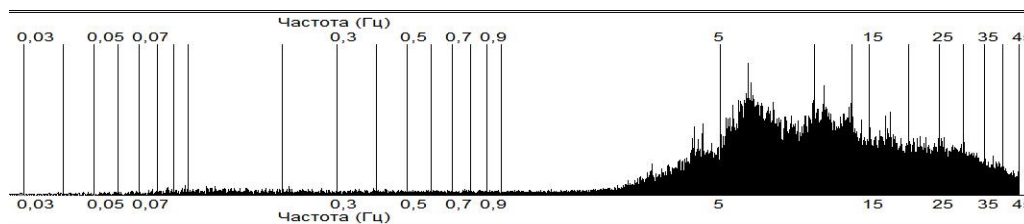


Рисунок 2 – Характерный спектр отдельной компоненты микросейсмических колебаний

Анализ показал, что характерные частоты микрособытий вызванных естественными причинами преимущественно лежат в диапазоне от 0,7, до 1,0 Гц. На спектрах отмечаются характерные максимумы на частоте около 0,18 Гц, возможно обусловленные прибойными явлениями в прибрежной части находящейся рядом акватории Азовского моря.

При обработке сигналов используется поляризационный анализ. Большинство микросейсмических событий с частотой выше 2 Гц представляют собой колебания в вертикальной плоскости и носят искусственный характер. С другой стороны, «фоновые» колебания на спокойных участках имеют степень поляризации около 0,5, что допускает их естественное происхождение.

База данных наблюдений и их параметров является основой для процедур статистической обработки результатов. Она позволяет исследовать характер изменения параметров поля микросейсмических колебаний во времени. Прослеживается периодичность, как интенсивности, так и частоты колебаний. В высокочастотном диапазоне доминируют шумы искусственного происхождения, имеющие характерные минимумы в ночное время. На низких частотах также наблюдается подобная периодичность, природа которой в настоящее время является предметом изучения.

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКАЯ АВТОМОДЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ЗВУКА

Греков А.Н., Греков Н.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
i@angrekov.ru

Для определения вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) с пространственно-временной тонкой структурой, авторами предложен подход к проблеме, основанный на использовании автомодельности океанов и морей совместно с информационно-измерительной системой, оборудованной системами измерения скорости звука.

ВРСЗ может быть измерен непосредственно с помощью профилера скорости звука (Zhang et al., 2022) или косвенно рассчитан на основе параметров морской воды, измеренных CTD (проводимость, температура и глубина) (Grekov et al., 2021). Явление, развивающееся во времени, называется автомодельным, если распределения его характеристик в разные моменты времени получаются одно из другого преобразованием подобия. Автомодельность упрощает вычисление и представление характеристик явления. Большой вклад в автомодельность внесли такие ученые как Баренблатт Г.И., Зельдович Я.Б. и др.

Суть работы предлагаемой модели поясняет структурно-функциональная схема, представленная на рисунке 1.

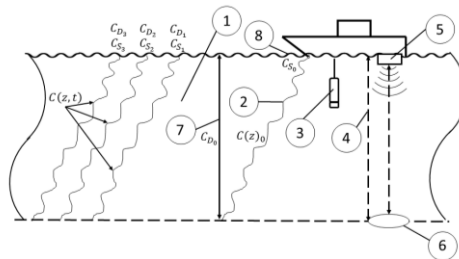


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема информационно-измерительной системы

В морской акватории (1) производится измерение ВРСЗ эталонного профиля $C(z)_0$ (2) путем зондирования точечным датчиком скорости звука (3) в пределах слоя глубиной D (4). Далее определяем среднюю скорость звука $C_D(t)$ по показаниям акустического излучателя-приемника (5), измеряющего время прихода отраженного импульса от пассивного отражателя (6), расположенного на глубине D . Используя значения эталонного профиля $C(z)_0$, среднюю величину скорости звука C_{D_0} (7) и скорость звука на поверхности C_{S_0} (8), определяем безразмерный профиль скорости звука $Q(z)$ в пределах глубины D . Используя безразмерный профиль $Q(z)$ и автомодельность океана, определяем по средней скорости $C_D(t)$ и скорости звука на поверхности $C_S(t)$, новые автомодельные профили $C(z, t)$. Для временного интервала $t \geq 0$ автомодельный профиль $C(z, t)$ определится как:

$$C(z, t) = Q(z) \cdot C_S(t) - Q(z) \cdot C_D(t) + C_D(t).$$

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ госрегистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Grekov A. N., Grekov N. A., Sychoy E. N. Estimating quality of indirect measurements of sea water sound velocity by CTD data // Measurement. – 2021. – Vol. 175. – 109073. – DOI 10.1016/j.measurement.2021.109073.

Zhang C., Wang D., Liu Z., Lu S., Sun C., Wei Y., Zhang M. Global gridded Argo dataset based on gradient-dependent optimal interpolation // J. Mar. Sci. Eng. – 2022. – Vol. 10(5). – P. 650. – DOI 10.3390/jmse10050650.

**БАНК ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ИНСТИТУТА ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Губарев А.В., Валле А.А., Полонский А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
alexgub@inbox.ru, ogorodovaa.a@mail.ru, apolonsky5@mail.ru

Контроль за состоянием природной среды прибрежной зоны Черного моря крайне важен, так как это позволяет отслеживать негативное влияние антропогенных факторов на развитие как морской, так и наземной экосистемы. Исследование и анализ гидролого-гидрохимических данных помогают выявлять долговременные тенденции региональных климатических и экологических параметров, а также их аномалий различных пространственно-временных масштабов. Одним из способов современного высококачественного информационного обеспечения научно-исследовательской и мониторинговой деятельности является создание, и поддержание в актуальном состоянии банка океанографических данных.

В настоящей работе приводится описание современной версии банка океанографических данных по Черному и Азовскому морям Института природно-технических систем (БОД ИПТС). По сравнению с предшествующей версией (Мельников и др., 2016), текущий банк данных был значительно дополнен и переработан в новой среде СУБД (система управления базами данных). В качестве основы, используется встраиваемая СУБД SQLite (SQLite, 2024) с открытым исходным кодом, что значительно удешевляет разработку, а также позволяет дальнейшую интеграцию в различные геоинформационные системы (например, QGIS). Банк содержит обширный набор гидролого-гидрохимических параметров, полученных в результате измерений, выполненных с 1884 по 2024 гг. и характеризующих пространственно-временную изменчивость состояния вод Азово-Черноморского бассейна. В обновленную базу данных входят результаты судовых измерений на более чем 200 тыс. гидрологических станциях, что позволяет проводить сравнение с банками данных других организаций (Банк..., 2010; Банк..., 2017; Воронцов и др., 2018) и относить БОД ИПТС к числу наиболее полных банков океанологических данных по Черному и Азовскому морям. Наиболее обеспечены измерениями температура воды и соленость (их ~ 6 млн.). Из гидрохимических характеристик хорошо обеспечены данными концентрация растворенного в морской воде кислорода (343 тыс.), а наименее обеспечены измерениями данные по pH (75 тыс.).

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Банк океанографических данных Азовского и Черного морей / Н.Н. Дьяков [и др.] // Труды Государственного океанографического института. – 2017. – № 18. – С. 287–297.

Банк океанографических данных МГИ НАН Украины: информационные ресурсы и доступ к данным: методическое пособие / сост.: Е.Г. Андрющенко, Л.К. Галковская, Е.А. Годин [и др.]. – Севастополь: Изд-во НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2010. – 59 с.

Воронцов А.А. Годин Е.А., Ингерев А.В., Исаева Е.А. Базы данных по Черному морю ФГБУН МГИ и ФГБУ ВНИГМИ-МЦД: результаты сравнения // Моря России: методы, средства и результаты исследований. – 2018. – С. 225–225.

Мельников В. В., Полонский А. Б., Котолупова А. А., Гребнева Е. А., Мельник Л. А., Бирюкова М.А. GIS Института природно-технических систем // Системы контроля окружающей среды. – 2016. – № 4. – С. 49–55.

SQLite: website. – URL: <https://www.sqlite.org/> (дата обращения: 13.06.2024).

**СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ НАСЫПИ,
ПРОДУВАЕМОЙ ВОЗДУХОМ И ПРОГРЕВАЕМОЙ ВНЕШНИМ И ВНУТРЕННИМ
ИСТОЧНИКАМИ ТЕПЛА**

Гузев О.А., Борисенко Э.В., Бударецкий С.И.

ФГБНУ «Институт физики горных процессов», г. Донецк, Россия
oleg.coin@mail.ru

Самонагревающиеся углепородные отвалы оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду. Данные техногенные образования, являясь источниками теплехимического загрязнения атмосферы, часто расположены в геодинамически активных зонах. При таком размещении отвалов в их основаниях создаются проницаемые области, через которые в отвальные углепородные массивы могут проникать воздух и газы, способствующие самонагреванию и самовозгоранию отходов угледобычи (Борисенко, 2023).

Для снижения негативного воздействия складированных отходов угледобычи на экологию необходимо разработать и внедрить технологию извлечения тепловой энергии из самонагревающегося углепородного отвала. Данная технология должна базироваться на исследованиях эволюции температурного поля насыпного массива отвальных углесодержащих пород, подверженных аэрации, самонагреванию и солнечному прогреву.

Для исследований процессов становления температурного поля насыпи, выполненной в виде миниатюрного конусообразного отвала и подвергаемой аэрации (продувкой воздухом по схеме «снизу вверх») и прогреванию внешним (солнечным) и внутренним (очаговым) источниками тепла разработан лабораторный стенд. Перечень основных компонентов лабораторного стенда и выполняемые ими функции представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компоненты лабораторного стенда для исследования теплового состояния аэрированной и прогреваемой насыпи и их функции

Компонент стенда	Выполняемые функции
Вентилятор	Продувка воздухом насыпи по схеме «снизу вверх»
Лампа инфракрасная	Внешний источник тепла и света, направленного действия (имитация солнца)
Спираль нагрева	Внутренний источник тепла (имитация очага самонагревания)
Поддон перфорированный	Носитель спирали нагрева, формирование и перемещение насыпи, возможность ее аэрации
Датчики температурные	Мониторинг теплового состояния насыпи (в контрольных точках)
Микропроцессорный блок управления	Регулировка мощности вентилятора и спирали нагрева, фиксация результатов мониторинга
Персональный компьютер	Обработка результатов мониторинга теплового состояния насыпи

Конструктивные особенности созданного лабораторного стенда позволяют осуществлять пространственно-временное картирование температурных показателей исследуемой насыпи при сочетанном воздействии на нее восходящего потока воздуха и источников тепла.

Список использованной литературы:

Борисенко Э. В., Гузев О. А., Корвякова Н. П., Подрухин А. А. Оценка геодинамических позиций и генетических структур самонагревающихся углепородных отвалов применительно к извлечению теплоты отвальных масс // *Фундам. и прикл. вопросы горн. наук.* – 2023. – Т. 2, № 2. – С. 10–15.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛА В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ МИКРОГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВКАХ (МГТУ) С ПРИМЕНЕНИЕМ СИЛОВОГО УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ (СЭП)

Дологлонян А.В., Матвеев В.Т., Клименко А.Г.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
dologlonyan@hotmail.com

Когенерационные МГТУ мощностью от нескольких киловатт до 1 МВт, освоенные отечественным производителем, получили широкое распространение для энергоснабжения локальных объектов. Генератор МГТУ вырабатывает электрическую энергию переменного тока повышенной частоты, которая пропорциональна частоте вращения микротурбины (до 1500...2000 Гц). Для получения напряжения промышленной (50 Гц) или бортовой (400 Гц) частоты, требуется установка либо механического редуктора, как это делает компания Ingersoll-Rand, либо СЭП (Bohn, 2005).

Применение такой схемы позволяет легко обеспечить обмен энергией между генератором и нагрузкой. К шине постоянного тока может быть подключен как буферный накопитель электроэнергии, так и другие потребители постоянного тока (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Функциональная схема силового электронного преобразователя

использование СЭП в составе МГТУ разрывает механическую связь силовой турбины и нагрузки что позволяет заблокированной турбине фактически работать в режиме свободной, а использование регулируемого соплового аппарата при наличии в составе систем автоматического управления МГТУ цифровых управляющих микроконтроллеров позволяет задать любую, в том числе и комбинированную, программу регулирования, использующую несколько факторов и обеспечивающую высокую эффективность и надежность работы установки на частичных нагрузках. Применение в рабочем цикле перерасширения рабочих газов за силовой турбиной позволяет увеличить мощность двигателя при том же расходе топлива (Дологлонян, Матвеев, 2021).

Проведенные исследования влияния перепуска рабочего тела мимо регенератора на характеристики когенерационных газотурбинных установок с регенерацией теплоты на частичных нагрузках при изотермическом и винтовом способах нагружения показали, что относительная теплота, переданная на теплоснабжение, возрастает, а КПД установок падает с понижением относительного расхода рабочего тела через регенератор при любой нагрузке.

Установлено, что для МГТУ относительная теплота, переданная на теплоснабжение, возрастает с понижением относительного расхода рабочего тела через регенератор и снижается при уменьшении относительной мощности. Расчеты показали, что байпасирование циклового рабочего тела мимо регенератора позволяет изменять потоки механической и тепловой энергии в газотурбинном двигателе независимо друг от друга, а также то, что на любом режиме эксплуатации МГТУ уменьшение расхода рабочего тела через регенератор приводит к возрастанию мощности. Данный фактор необходимо учитывать в процессе регулирования.

Список использованной литературы:

Дологлонян А. В., Матвеев В. Т. Управление генерацией тепла в циклах микрогазотурбинных установок с регенерацией теплоты // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии.* – 2021. – № 3 (347). – С. 3–11.

Bohn D. Micro Gas Turbine and Fuel Cell: A Hybrid Energy Conversion System with High Potential // *Micro Gas Turbines.* – 2005. – № 13. – P. 1–46.

**ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ВЫСОКОГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО ВЫСОТНЫМ УРОВНЯМ**

Иванов Е.Н.

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

ИрНИТУ, г. Иркутск, Россия

egoryo@bk.ru

Климатический режим горных территорий до сих пор является сложно фиксируемой информацией ввиду расчлененности рельефа, высотному градиенту, естественным барьерам для увлажненных воздушных масс, горной температурной инверсии и другим особенностям горных ландшафтов. Однако такая информация необходима, в частности для исследований современного горного оледенения, чутко реагирующего на климатические изменения. Особенно явно нехватка сведений о климатических показателях ощущается при исследовании внутриконтинентальных горных территорий с современным оледенением, где ледники функционируют в условиях недостаточного питания атмосферными осадками и высоких температурных амплитуд экстремумов летнего и зимнего сезонов года (до 100°C).

Для фиксации таких сведений, необходимых для разных видов исследований высокогорных районов, организован пилотный проект непрерывных температурных измерений температурного режима высокогорных геосистем по высотным уровням с помощью энергонезависимых датчиков, сохраняющих данные о температуре с выставленным интервалом (термохронов). Такие измерения ведутся на одном из ключевых участков гляциологических исследований в Байкальской рифтовой зоне – леднике Северный Перетолчина, у высочайшей вершины Восточного Саяна – горы Мунку Сардык. Ближайшая к вершине Мунку-Сардык метеостанция расположена в 20 км и на 2200 метров ниже, в п. Монды. С 2008 года устанавливается сеть термохронов, с 2021 года они фиксируют температуру уже на 8 высотных уровнях. На вершине (3491 м) и вдоль ледника датчики размещены у поверхности. Ниже ледника – на «метеорологической» высоте 200 см. Устройствам обеспечен естественный уровень влажности и затененности. Шаг измерений датчиков - 4 часа. Показания снимаются ежегодно и включаются в единый временной ряд.

На уровне современного конца языка ледника на высоте 2900 м. над ур. м., в дополнение к установленному в 2013 г. термохрону, продолжается ежегодная фиксация показаний минимального термометра, заложенного в 1900 году С.П. Перетолчиным, «заверяя» друг друга (табл. 1).

Таблица 1 – Осредненные значения минимальной температуры у конца языка ледника Северный Перетолчина по периодам.

Период	Ср. t min°C
1900–1907 (первые измерения)	–34,58
2006–2013 (возобновление ежегодных измерений)	–34,63
2014–2022 (измерения с параллельной заверкой термохроном)	–31.83

Осредненные экстремумы минимальной температуры по периодам схожи. Относительное «потепление» последнего периода вызвано 2021–2022 годами, когда минимальная температура не опускалась ниже –27,1°C.

Сравнение первичных данных по высотным уровням уже позволяет видеть разницу температурного режима на высотных уровнях, в том числе температурную инверсию по высотным уровням. Так, за период с июля 2021 по июль 2022 г. средняя температура на вершине – –10,5°C, вблизи нижней части языка – –6,9°C. При этом осредненная температура периода аккумуляции ледника, когда выпадали только твердые осадки (с сентября по май) составила на вершине –15,5°C, у нижней границы –13,2°C, а периода абляции (июнь-август) соответственно, +2,0 и +5,5°C.

Такие измерения представляют основу для дальнейшего общего мониторинга, а также служат важной сравнительной характеристикой для комплексных исследований данного горного района.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ПЛОТНОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Клименко А.В.

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

Выбор датчика дифференциального давления для гидростатического измерителя плотности морской воды (Гайский, 2023) сопряжён с противоречивыми требованиями: с одной стороны, необходима высокая чувствительность, с другой – существуют ограничения на разрыв диафрагмы из-за внешнего давления при погружении. Для решения этой задачи предлагается макет, позволяющий смоделировать наиболее облегчённые условия эксплуатации, а именно, когда прибор находится на поверхности. Такой подход позволяет использовать датчик с высокой чувствительностью без угрозы разрушения диафрагмы.

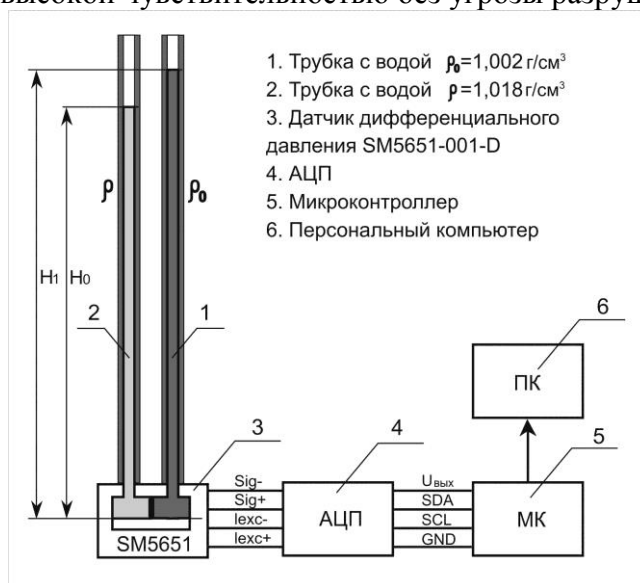


Рисунок 1 – Структурная схема макета гидростатического измерителя плотности

В представленном на рис. 1 макете измерителя в обе трубки заливалась вода одинаковой плотности $1,002 \text{ г/см}^3$ до одинакового уровня $H_1=500 \text{ мм}$, и фиксировался уровень выходного напряжения АЦП $U_{\text{вых}} = 62 \text{ мВ}$. Далее в трубку 1 до того же уровня заливалась вода плотностью $1,018 \text{ г/см}^3$. Выходное напряжение АЦП при этом составляло $1,67 \text{ В}$. После чего из трубки 1 откачивалась вода до достижения прежнего уровня АЦП $U_{\text{вых}} = 62 \text{ мВ}$. Разница уровней водяного столба обеих трубок составляла $\Delta H = 8 \text{ мм}$, что в процентном соотношении составляет $1,6\%$. Разница плотностей в трубках так же составляет $1,6\%$. Одинаковое приращение, обусловленное разными плотностями жидкости и соответствующим изменением высоты водяного столба, свидетельствует о корректности методики эксперимента.

Для достижения высокой чувствительности измерителя предлагается использование датчика с динамическим диапазоном $100\text{--}1000 \text{ Па}$. На сегодняшний день такие датчики в морском исполнении отсутствуют. Предпринимаются усилия по адаптации для этих целей недорогого газового датчика, например, марки MS 5661. Заливка входного порта силиконовым маслом высокой вязкости марки ПМС-1000 защитит диафрагму датчика от агрессивного воздействия морской воды, а также демпфирует импульсные перегрузки.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Гайский В. А. Патент на изобретение РФ № 2792263. Измеритель плотности жидкости и его варианты: заявитель и патентообладатель: ФГБНУ «Институт природно-технических систем». Оpubл. 21.03.2023. Бюл. № 9.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ (ДВС)

Клименко А.Г., Дологлонян А.В., Матвеев В.Т.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Россия, г. Севастополь
kag1958776@gmail.com

Исследования теплового баланса ДВС (Хрипач, Татарников, 2013) показывают, что количество тепла, уходящего с выхлопными газами, образующимися в процессе сгорания, может достигать 30–48%, в то время, как только 12–45% энергии сгорания топлива преобразуется в полезную работу в зависимости от режима работы, при этом наиболее эффективный режим работы – это номинальный или его еще называют расчетным. Ниже на рисунке 1 приводятся известные на сегодняшний день направления развития систем рекуперации (Матвеев и др., 2010) отработанных газов, т.к. потери тепла при их выбросе составляют львиную долю в тепловом балансе ДВС.

Приведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что исследование методов повышения эффективности использования тепловых выбросов в ДВС могут идти по многим направлениям. Авторы считают, что наиболее предпочтительными являются те, которые не связаны с усложнением конструкции ДВС, и могут использоваться в качестве дополнительных модулей, включенных в систему газораспределения ДВС. На основании



Рисунок 1 – Основные направления развития систем рекуперации отработанных газов когенерационных установок

вышеизложенного, предложена схема (см. рис. 2) интегрированного в систему газораспределения ДВС турбокомпрессорного утилизатора, представляющего собой когенерационную установку, включающую нагрузку Н, ДВС, выпускные газы ОГ которого проходя через турбину перерасширения ТП подогревают рабочее тело в котле-утилизаторе КУ, далее через циркуляционный насос ЦН рабочее тело направляется на нужды потребителя тепла П. Далее выпускные газы через дожимающий компрессор ДК выбрасываются в атмосферу. Наличие турбокомпрессорного утилизатора позволит осуществить повышение степени расширения газов (повысить мощность) без вмешательства в рабочий цикл и конструкцию самого ДВС, т. е. без дополнительной конструктивной доработки двигателя.

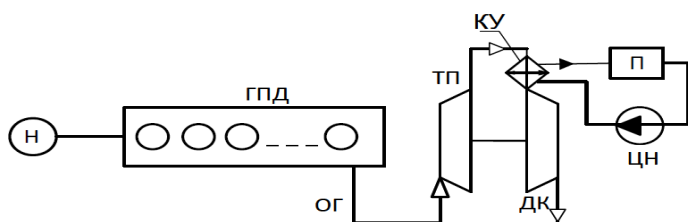


Рисунок 2 – Схема когенерационной установки ГПД с турбокомпрессорным утилизатором

Авторами проанализированы технические характеристики известных моделей газопоршневых двигателей, выпускаемых зарубежными и отечественными производителями. Апробация математической модели теплового расчета показала свою пригодность для проведения дальнейших исследований.

Список использованной литературы:

Матвеев В. Т., Очеретяный В. А., Андриец А. Г. Перспективы повышения эффективности ГТД с регенерацией теплоты усложнением цикла // Вестник СевНТУ: сб. науч. трудов. – Севастополь, 2010. – Вып. 106. – С. 120–123.

Хрипач Н. А., Татарников А. П. Анализ систем преобразования энергии отработавших газов для когенерационных энергоустановок // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.

**КОМПЛЕКС ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
АКВАТОРИЙ «ШЕЛЬФ-14»**

Ковзель Д.Г.

ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного
отделения Российской академии наук, г. Владивосток, Россия
kovzel@poi.dvo.ru

Комплекс «Шельф-14» разработан и изготавливается в ТОИ ДВО РАН. Он представляет собой последнее поколение средств гидроакустического мониторинга, созданных по заказам фирм-операторов проектов разработки нефтяных месторождений «Сахалин-1» и «Сахалин-2». Комплекс включает в себя ряд функционально связанных, аппаратно и программно унифицированных устройств.

Базовым устройством является гидроакустическая донная станция «Шельф-14». Для мониторинга в режиме реального времени к станции подключается поверхностный буй, контроллер которого производит предварительную обработку акустических данных и передает результаты на центральный пост мониторинга (ЦП) по спутниковой сети Иридиум. На мониторах ЦП отображаются акустическая обстановка в акватории, техническое состояние устройств и их географические координаты. Многоканальные приемные акустико-гидрофизические системы «Моллюск» совместно с донными станциями используются для изучения акустических полей в заданных акваториях и их последующего моделирования. Для изучения векторных акустических полей применяются донные станции с комбинированным скалярно-векторным приемником «Краб». Автономные устройства комплекса снабжены гидроакустическими модемами, используемыми для диагностики и для поиска устройств, смещенных с точки постановки, методом трилатерации. Для связи с морскими устройствами с борта судна используется палубное телекомандное устройство.

Развитие технических средств средств мониторинга сопровождалось развитием программного обеспечения различного назначения – приема данных от морских буев, обработки данных, поиска и классификация вокализаций морских животных, моделирования акустических полей с целью прогнозирования уровней антропогенного шума при различных производственных операциях в море и на берегу.

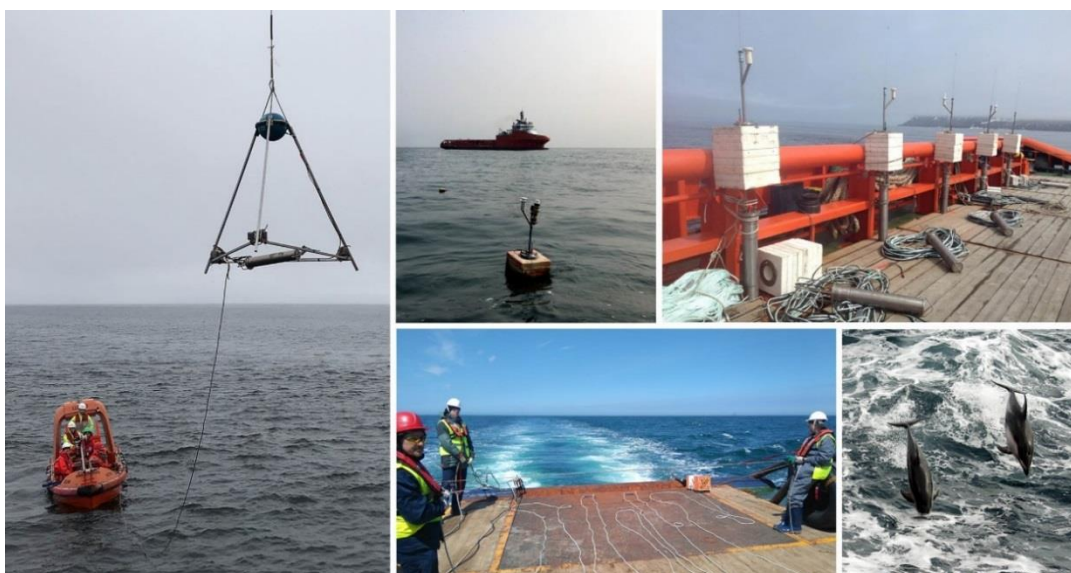


Рисунок 1 – Применение комплекса «Шельф-14» в проектах «Сахалин»

Список использованной литературы:

Ковзель Д. Г. Технические средства гидроакустического мониторинга сейсморазведочных работ на шельфе // Акуст. журн. – 2018. – Т. 64(5). – С. 605–617.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ АВТОНОМНОГО ПРОФИЛОГРАФА

Краснодубец Л.А.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

lakrasno@gmail.com

К динамическим измерениям можно отнести измерения неизменяющихся во времени величин при помощи средств измерений, установленных на подвижных платформах сбора данных, например, при вертикальном профилировании. Процессы динамических измерений описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями. При этом их правые части содержат измеряемую величину. Для восстановления измеряемой величины решается обратная задача динамики.

Известный метод динамических измерений вертикального профиля плотности морской воды и её приращения (Краснодубец, 2022) при соответствующей технической реализации позволяет за одно вертикальное зондирование (погружение) получить *in situ* вертикальный профиль плотности морской воды и её приращения в реальном масштабе времени как функции гидростатического давления в виде числовых массивов. Элементы таких массивов могут быть использованы для различных целей. Например, для вычисления характеристик стратификации морской среды так же как функций гидростатического давления. При этом часто требуется знание этих характеристик как функций глубины. Следует отметить, что на практике при экспериментальных исследованиях вертикальных профилей океанской толщи с помощью морских автономных профилографов важно контролировать текущую глубину их погружения. Для решения этой задачи известны несколько методов (Левашов, 2003), которые основаны на измерениях гидростатического давления и сводятся к пересчёту их в метрическую глубину с помощью соотношений, полученных эмпирическим путём. В работе (Гайский, 2022) предложен метод определения глубины погружения прибора, основанный на использовании основного уравнения гидростатики и данных измерений, полученных от датчика гидростатического давления и оригинального устройства измерения локальной плотности морской воды, с учётом данных о географической широте гидрографической станции и соответствующем ускорении свободного падения.

Цель исследования – формирование алгоритмического и программного обеспечения для оперативного определения глубины погружения автономного профилографа по данным динамических измерений текущей плотности морской воды, полученных с помощью его бортовой аппаратуры в соответствии с методом (Краснодубец, 2022) по формуле:

$$z(t) = \frac{p(t) - p_0}{\rho(p)g(\varphi)}, \quad \rho(p) = \rho^0 \left\{ 2 - \frac{1}{g(\varphi)} [\dot{p}(t) + a\dot{p}(t)^2] \right\}, \quad t_0 = 0; p(t_0) = p_0; \dot{p}(t_0) = 0; t \in [t_0, t_f],$$

где $\rho(p)$ – плотность морской воды; $p(t)$ – гидростатическое давление; $g(\varphi)$ – ускорение свободного падения на широте φ океанографической станции; p_0 – атмосферное давление; a – конструктивная постоянная корпусной части профилографа.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Гайский В. А. Метод определения глубины погружения прибора в море при зондировании // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ИПТС, 2022. – № 4(50). – С. 40–45.

Краснодубец Л. А. Динамические измерения в задачах оперативной океанологии при исследовании свойств океанской толщи // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ИПТС, 2022. – Вып. 1(47). – С. 56–65.

Левашов Д. Е. Техника экспедиционных исследований: инструментальные методы и технические средства оценки промыслово-значимых факторов среды. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 400 с.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПОГРУЖНОГО ЗОНДА В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОЙ ПЛОТНОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Краснодубец Л.А.^{1,2}, Канов Л.Н.¹

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Inkanov48@mail.ru

Одной из актуальных задач при проектировании электроприводов морских зондов является задача поддержания заданной скорости вращения двигателей электроприводов в условиях переменной плотности морской воды. Для этого обычно применяются механические датчики скорости, редукторы, а также регуляторы напряжения возбуждения. Недостатком является низкая точность и быстродействие. Авторами предложен математический аппарат для решения этой задачи с точки зрения теории инвариантов (Морозов, 1998). В предлагаемой работе рассматривается проблема инвариантности решения дифференциальных уравнений, описывающих динамику электропривода зонда, относительно коэффициентов этих уравнений.

Уравнение электропривода погружного зонда имеет вид

$$J \frac{d\Omega(t)}{dt} + k_{TP}\Omega(t) + M(t) = \Phi \cdot i_{BH}(t), \quad (1)$$

где J – момент инерции; $M(t)$ – переменный момент сопротивления нагрузки электропривода; $i_{BH}(t) = \frac{U - \Phi\Omega(t)}{R_{BH}}$ – ток электродвигателя; U – входное напряжение; Φ – постоянный магнитный поток. Предположим, что момент сопротивления нагрузки $M(t)$ начинает изменяться. В этих условиях определим напряжение $U(t)$ с целью обеспечения номинальной скорости электродвигателя $\Omega(t) = \Omega_0(t)$. В соответствии с (Морозов, 1998) последнему уравнению придадим вид

$$\frac{d\Omega_0(t)}{dt} - J^{-1} \cdot \left(-k_{TP}\Omega(t) - M(t) + \Phi \cdot \frac{U(t) - \Phi\Omega(t)}{R_{BH}} \right) + k\Omega_0(t) - k\Omega(t) = 0. \quad (2)$$

Отсюда получаем напряжение $U(t)$, обеспечивающее необходимую скорость $\Omega_0(t)$

$$U(t) = \frac{R_{BH}}{\Phi} \cdot \left(J \frac{d\Omega_0(t)}{dt} + k_{TP}\Omega(t) + M(t) + \frac{\Phi^2 \cdot \Omega(t)}{R_{BH}} + J \cdot k \cdot (\Omega_0(t) - \Omega(t)) \right). \quad (3)$$

После подстановки полученного напряжения в уравнение (2) получим

$$\frac{d(\Omega_0(t) - \Omega(t))}{dt} + k \cdot (\Omega_0(t) - \Omega(t)) = 0, \quad (4)$$

т.е. уравнение относительно вспомогательной переменной $y(t) = \Omega_0(t) - \Omega(t)$, согласно которому при выборе достаточно большого коэффициента k при произвольном изменении нагрузки вид зависимости скорости электродвигателя от времени приближается к желаемому $\Omega_0(t)$. Авторами представлена реализация рабочего процесса электродвигателя с изменяющимся моментом нагрузки и необходимым видом желаемой скорости $\Omega_0(t) = 160 + 20\sin 10t$ при оптимальном напряжении $U(t)$ по (3). Показано, что график скорости $\Omega(t)$ практически полностью повторяет график $\Omega_0(t)$.

Список использованной литературы:

Морозов А. Д. Инвариантные множества динамических систем в Windows / А.Д. Морозов, Т. Н. Драгунов, С. А. Бойкова, О. В. Малышева. - М.: Изд-во УРСС, 1998. – 187 с.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПЬЕЗОИЗЛУЧАТЕЛЕ НА МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОДЕ

Кузьмин К.А.

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

Измерители скорости звука в воде широко применяются при проведении гидрографических работ и океанографических исследований. В мире широко распространены профилометры скорости звука, использующие однобазовые датчики, принцип действия которых основан на измерении времени пролёта ультразвуковой волны от излучателя-приёмника до отражателя и обратно. Институтом природно-технических систем выпускается измеритель скорости звука, принцип действия которого основан на измерении разности времени пролёта волны до дальнего и ближнего отражателей (Греков и др., 2020).

Особенностью пьезоэлектрических пластин, применяемых в качестве излучателей и приёмников ультразвуковых колебаний, является то, что при подаче электрических импульсов в них возникают два вида колебаний – продольные (вдоль оси пластины) и поперечные (радиальные) (Голямина, 1979). Полезными являются продольные колебания, частота которых соответствует резонансной частоте пластины порядка единиц мегагерц. Поперечные колебания имеют частоту на порядок меньше. Они практически не передаются в водную среду, являются собственными колебаниями пластины, не зависящими от скорости звука в воде, и возбуждаемое ими в результате прямого пьезоэлектрического эффекта напряжение суммируется с напряжением, возбуждаемым отражённым полезным сигналом. Радиальные колебания затухают за несколько десятков микросекунд и становятся пренебрежимо малы при измерениях на длинной базе. При измерении времени пролёта волны на короткой базе радиальные колебания не успевают затухнуть и, очевидно, вносят искажения в полезный сигнал.

Экспериментально было установлено, что амплитуда электрического сигнала, вызванного радиальными колебаниями, составляет несколько милливольт, что существенно при типичной амплитуде полезного сигнала $\pm 50 \dots 60$ мВ. Радиальные колебания смещают точку пересечения фронтом волны нулевого напряжения, используемого время-цифровым преобразователем как триггер для измерения времени пролёта волны. В результате измеренное время отличается от действительного на десятки наносекунд, что при вычислении скорости звука может вносить в погрешность измерений вклад порядка 0,1 м/с.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ государственной регистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Греков А. Н., Греков Н. А., Сычев Е. Н. Среднечастотные акустические методы и средства для исследования водной среды: монография. – Севастополь: ИПТС, 2020. – 126 с. – ISBN 978-5-6044196-6-3

Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Глав. ред. И. П. Голямина. – М.: «Советская энциклопедия», 1979. – 400 с.

ПОДВОДНЫЙ МОНИТОРИНГ ИХТИОФАУНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ IP-КАМЕР И АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ломия Р.Ф.^{1,3}, Строчан Т.П.²

¹Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Абхазия

²Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

³Институт перспективных исследований Севастопольского государственного университета,
г. Севастополь, Россия
renolomiya12@mail.ru

Современные технологии подводного мониторинга обеспечивают новый уровень точности и автоматизации в области изучения морских экосистем. Важнейшую роль в этом играют системы, основанные на использовании IP-камер с машинным зрением и алгоритмами машинного обучения. Эти технологии позволяют получать изображения высокого разрешения в сложных подводных условиях и автоматически анализировать данные для идентификации видов рыб, оценки их численности и поведения.

В пилотном проекте в акватории Черного моря (Petrov, Ivanov, 2022) с помощью IP-камер и свёрточных нейронных сетей (CNN) было успешно классифицировано более 15 видов рыб при сложных условиях съёмки. Основным компонентом системы является использование CNN, обученной на размеченных изображениях подводной фауны. Алгоритмы способны различать виды рыб, отслеживать изменения в их поведении в реальном времени и адаптироваться к различным подводным условиям – мутности воды, низкой освещённости и сложным углам съёмки. Применение методов аугментации данных и настройки параметров модели позволило повысить точность и надёжность системы.

Преимущества системы заключаются в её автономности, возможности работы в реальном времени и снижении необходимости участия человека. Внедрение таких систем позволяет проводить мониторинг на большом пространственном и временном масштабе, снижая трудозатраты и повышая качество экологических исследований.

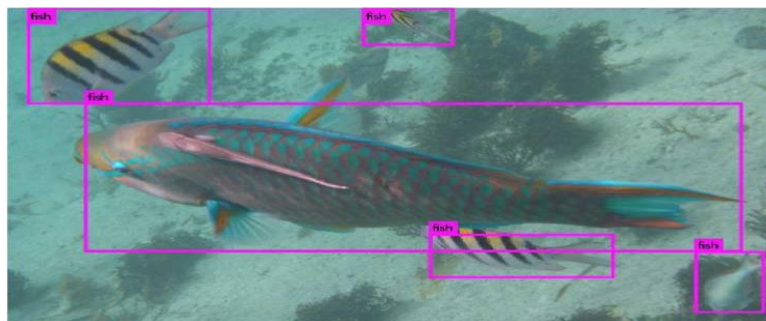


Рисунок 1 – Пример подводного изображения с распознаванием видов рыб

Интеграция современных методов машинного обучения и компьютерного зрения с подводными системами мониторинга не только автоматизирует процесс сбора и анализа данных, но и значительно повышает точность и скорость их обработки. Это делает такие системы важным инструментом для долгосрочных экологических исследований, контроля состояния морских экосистем и своевременного выявления изменений в их биоразнообразии.

Список использованной литературы:

Petrov I., Ivanov V. Automated Fish Classification in the Black Sea Using Deep Learning // Journal of Marine Research. – 2022. – No. 34(2). – P. 78–95.

АКУСТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В АКВАТОРИИ ВО ВРЕМЯ ЗАБИВКИ КОНДУКТОРНОЙ КОЛОННЫ НА БЕРЕГУ

Манульчев Д.С.

ФГБНУ «Тихоокеанский океанологический институт», г. Владивосток, Россия
manulchevds@gmail.com

Существенный вклад в акустическую обстановку акватории вносят строительные работы на берегу, в том числе забивка фундаментных свай или кондукторных колонн (кондукторов) (Erbe, 2009). Формируемые в этом случае низкочастотные импульсные сигналы могут оказывать воздействие на морских млекопитающих, использующих акустические сигналы для жизнедеятельности (Bailey et al., 2010). В докладе рассматриваются особенности низкочастотного поля в море, формируемого во время забивки кондуктора длиной 74 м на расстоянии 400 м от береговой линии (рис. 1а). Акустические сигналы регистрировались с помощью ряда донных акустических станций в частотном диапазоне 2 Гц – 15 кГц (Рутенко и др., 2015), установленных на 10 м и 20 м изобатах. Трехмерное моделирование акустических полей реализуется с помощью решения модовых параболических уравнений в адиабатическом приближении в условиях «жидкого» дна (Трофимов, 1999).

Согласно экспериментальным данным уровень пикового акустического давления на расстоянии 2,5 км от источника не превышает 138 дБ. Основная энергия сигнала переносится в частотном диапазоне 10–200 Гц. Результаты численного моделирования показали, что уровень акустического воздействия (SEL) растет по мере заглубления кондуктора в грунт и достигает максимальных значений при положении нижнего конца сваи на конечном горизонте 70 м (рис. 1б). Данный эффект происходит за счет увеличения высоты падения молота, а также уплотнения донных слоев по мере вертикального погружения кондуктора. Акустическое воздействие антропогенного шума падает до уровня 100 дБ на расстоянии около 10 км для исследуемой акватории.

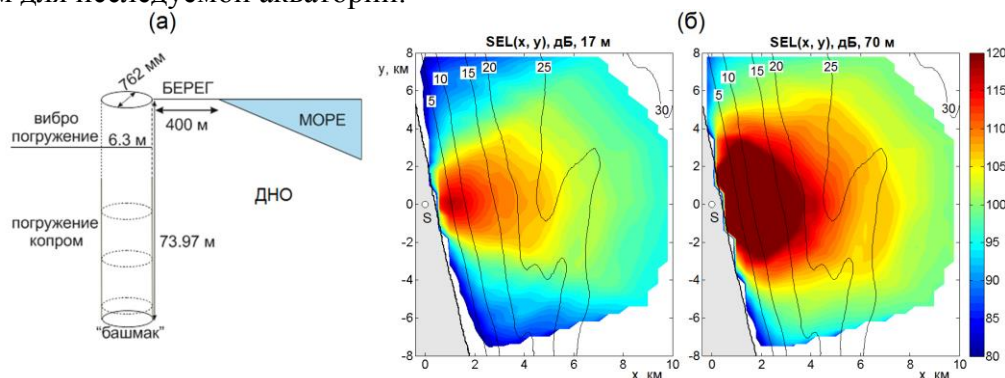


Рисунок 1 – Схема установки кондуктора (а). Пространственное распределение медианных уровней акустического воздействия одиночного импульсного сигнала от забивки кондуктора в момент положения его нижней точки на горизонтах 17 и 70 м (б)

Список использованной литературы:

Рутенко А. Н., Борисов С. В., Ковзель Д. Г., Гриценко В. А. Радиогидроакустическая станция для мониторинга параметров антропогенных импульсных и шумовых сигналов на шельфе // Акуст. журн. – 2015. – Т. 61, № 4. – С. 500–511.

Трофимов М.Ю. Узкоугольные параболические уравнения адиабатического распространения звука одной моды в горизонтально неоднородном мелком море // Акуст. журн. – 1999. – Т. 45, № 5. – С. 647–652.

Bailey H., Senior B., Simmons D., Rusin J., Picken G., Thompson P. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals // Marine Pollution Bulletin. – 2010. – Vol. 60, No. 6. – P. 888–897.

Erbe C. Underwater noise from pile driving in Moreton Bay, Qld // Acoustics Australia. – 2009. – Vol. 37, No. 3. – P. 87–90.

**ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАКЦИЯ СТВОРОК МИДИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ 400–1000 НМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Мишуров В.Ж., Кузьмин К.А., Трусевич В.В., Рязанов В.А., Пасынков М.А.
ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
vas_jan@list.ru

В связи с быстрым нарастанием темпов урбанизации прибрежных зон в мире искусственное освещение в ночное время этих зон представляет собой растущую глобальную проблему, изменяющую поведение организмов и, следовательно, состав сообществ и экосистемные процессы. Это в значительной степени искажает работу биосенсорных систем мониторинга.

Движение створок мидий в процессе жизнедеятельности определяется рядом факторов, одним из которых является свет, проникающий в водную среду в местах обитания животных. Учет влияния света позволит совершенствовать процесс биомониторинга водной среды (Греков и др., 2023).

Для определения количественных характеристик влияния света на двигательную активность мидий был разработан экспериментальный приборный комплекс, способный в естественной среде обитания животных получить экспериментальные данные по изменению двигательной активности под влиянием света.



Рисунок 1 – Экспериментальный приборный комплекс

Исследуемый диапазон излучения был разделен на пять участков с максимумами: 405, 468, 565, 625, 950 нм. В качестве излучателей выбраны светодиоды с соответствующими характеристиками, обеспечивающими равную освещенность E в исследуемой зоне. От внешних источников света исследуемая группа мидий закрыта со всех сторон экраном, с помощью насоса в приборе обеспечивается циркуляция морской воды.

Источники излучения включаются и выключаются независимо по заданной программе, что позволяет получить различные данные в ходе эксперимента.

Приборный комплекс рассчитан на автономную работу в течение 6 суток, с последующим считыванием данных и зарядкой аккумуляторных батарей.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ госрегистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Греков А. Н., Селезнев И. А., Ивакин Я. А., Греков Н. А., Вышкваркова Е. В., Трусевич В. В. Биологические системы раннего обнаружения для экологического мониторинга водной среды. – Севастополь: ИПТС, 2023. – 131 с. – ISBN 978-5-6048608-5-4.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МИКРОЧАСТИЦ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА В ПРОБАХ ПОЧВ

Носова А.О.¹, Успенская М.В.², Олехнович Р.О.¹

¹ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия
aonosova@itmo.ru

Загрязнение почв микрочастицами пластмассы – все более актуальная проблема последних лет. По причине отсутствия стандартизированных методик с установленными показателями качества оценка уровня загрязнения, а также сопоставление результатов затруднены (He et al., 2015). Наиболее часто обнаруживаемыми в почвах являются микропластики полиэтилена, полипропилена и поливинилхлорида (ПВХ), последний из которых считается потенциально более вредным для окружающей среды (Proshad et al., 2018). Поскольку поверхность микропластиков в почве с течением времени деградирует, использование оптических методов анализа сопряжено с крайней трудоемкостью. Методы термического анализа, такие как дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и термогравиметрический анализ (ТГА), используются для исследования термических свойств полимеров. При этом степень деградации поверхности не играет существенной роли.

Целью работы являлась разработка процедур обнаружения (качественный анализ) и определения массовой концентрации (количественный анализ) микропластиков ПВХ в пробах почв посредством методов термического анализа и оценка показателей (метрик) качества.

По причине аморфной природы ПВХ метод ДСК был использован для разработки процедуры качественного анализа проб почв на наличие/отсутствие загрязнителя в диапазоне от 0,1 до 5 масс. % за счет регистрации на термограммах перехода стеклования в области 80–87°C, характерного для ПВХ. Было установлено, что необходима пробоподготовка, включающая в себя разложение органического вещества почвы и разделение микропластиков ПВХ и почвы. Проведение измерений с использованием наборов проб с известным содержанием загрязнителя позволило установить метрики качества (Trullols et al., 2004) процедуры: чувствительность от 80%, точность от 90% и вероятность получения ложноотрицательного результата до 20%.

Метод ТГА был использован для разработки процедуры количественного анализа. Было установлено, что для получения на дифференцированных кривых ТГА информативного аналитического сигнала (второй стадии термического разложения ПВХ, пик с максимумом в области 459°C) в рамках пробоподготовки необходимо разложение органического вещества почвы. Было определено, что предел обнаружения составляет 0,5 масс. %, предел количественного определения – 1 масс. %. Согласно РМГ 61-2010 оценены показатели качества процедуры (повторяемости, промежуточной прецизионности, правильности и точности). Установлено, что расширенная неопределенность в диапазоне от 1 до 5 масс. % выражается уравнением $U(C) = -6,5C + 41,5$ ($k=2$, $P=0,95$).

Список использованной литературы:

He D., Luo Y., Lu S., Liu M., Song Y., Lei L. Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2018. – Vol. 109. – P. 163–172.

Proshad R., Kormoker T., Islam M. S., Haque M. A., Rahman M. M., Mithu M. M. R. Toxic effects of plastic on human health and environment: A consequences of health risk assessment in Bangladesh // International Journal of Health. – 2018. – Vol. 6, No. 1. – P. 1-5.

Trullols E., Ruisanchez I., Rius F. X. Validation of qualitative analytical methods // TrAC Trends in Analytical Chemistry. – 2004. – Vol. 23, No. 2. – P. 137–145.

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ КОРПУСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Нурзай В.А., Губарев Ф.А., Смокталь Н.Н., Лей В.А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
VANurzai@sevsu.ru

Измерение параметров вибрации технологического оборудования является задачей, имеющей важное значение для народного хозяйства. В работах (Romanssini et al., 2023; Delprete, Gastaldi, 2024) произведён анализ и сравнение рекомендаций международных стандартов в этой области.

Проведена серия экспериментов, направленных на исследование возможности дистанционного оптического контроля вибрации электрических машин фотомодуляционным методом и методом корреляции лазерных спеклов, при различных режимах работы.

Рассмотрено применение оптических методов контроля вибрации к различным технологическим объектам. Собрана экспериментальная схема (рисунок 1) и проведены замеры собственных частот и гармоник вибрации корпусов оборудования.

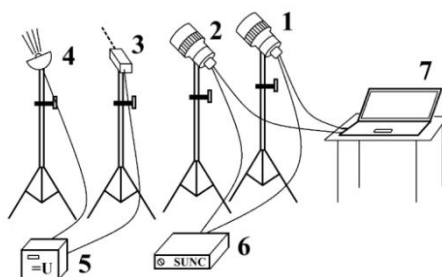
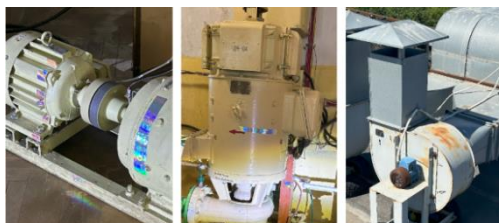


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Применялись метод корреляции лазерных спеклов и фотомодуляционный метод с использованием тонких голографических плёнок. Оба метода подразумевают регистрацию колебаний цифровой видеокамерой технического зрения с последующей обработкой видеосигнала для выявления колебаний. В качестве источников колебаний выбраны: пара двигатель генератор, соединенные жесткой муфтой, водяной центробежный насос и центробежный вентилятор. В докладе представлен анализ формы колебаний объектов в различных режимах и их спектральный состав. Проведено сравнение методов. Оба метода неразрушающего оптического контроля показали высокую степень корреляции. По мнению авторов, оба метода как отдельно, так и в комбинации, могут применяться для контроля вибрации технологического оборудования.

Список использованной литературы:

Delprete C, Gastaldi C. On the effectiveness of standards application to threshold setting in vibration condition monitoring in industrial machinery // In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. – 2024. – DOI 10.1177/1748006X231218363.

Romanssini M, de Aguirre P.C.C., Compassi-Severo L, Girardi A. A Review on Vibration Monitoring Techniques for Predictive Maintenance of Rotating Machinery // Eng. – 2023. – Vol. 4, No. 3. – P. 1797–1817. – DOI 10.3390/eng4030102.

АНАЛИЗ МОЩНОСТЕЙ ГЭС ЗА ВЕСЬ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ АБХАЗИЯ

Озов Х.Х., Строчан Т. П., Капба И.В.

Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

kapba.i@yandex.ru

Современная Абхазия сталкивается с серьезными проблемами в энергетической сфере. Зависимость от импорта электроэнергии, нехватка собственных ресурсов и изношенность инфраструктуры создают постоянные трудности для обеспечения населения электричеством. При этом по водообеспеченности Абхазия занимает одно из первых мест в мире: на 1 кв. км территории приходится более 1,7 млн. куб. м речного стока в год. Годовой сток рек Абхазии оценивается в 13 кубических километров, что составляет около 6% животворных стоков в Чёрное море. Суммарная мощность рек Абхазии, составляет 3,55 млн кВт. В Абхазии имеется большой, но неполностью востребованный гидроэнергетический потенциал.

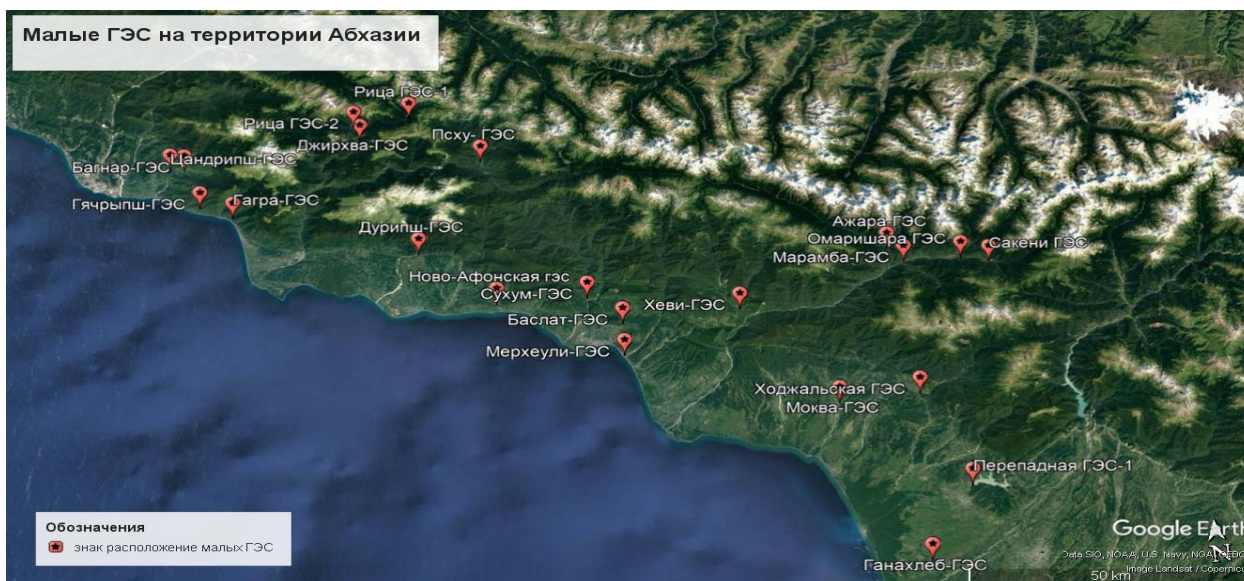


Рисунок 1 – Карта расположения малых ГЭС

Малые гидроэлектростанции дают дешевую экологически чистую энергию, что немаловажно. Благоприятные климатические условия Абхазии со своим субтропическим климатом создают хорошие условия для развития гидроэнергетики.

Список использованной литературы:

Абхазская АССР. Природные ресурсы и хозяйственная практика: (Вопр. геогр. технологии природопользования) / Ш. В. Лашхиа. – Тбилиси: Изд-во Тбил. ун-та, 1982. – 226 с.

Архивные материалы Абхазского госмузея. Промышленность Абхазии.

Инал-ипа Ш. Абхазы. – Сухуми: «Алашара», 1965. – 695 с.

Михайлов Л. П. Малая гидроэнергетика. – М. Энергоатомиздат, 1989. – 184 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Олейников А.М.¹, Канов Л.Н.²

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

²ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
lnkanov48@mail.ru

Приоритетным направлением развития современной электроэнергетики является повышение надежности передачи электроэнергии. При значительной величине расстояния между точками подключения генераторов и потребителей актуальной является задача точного определения места повреждения. Целью доклада является разработка алгоритма определения места и характера аварии на линии электропитания на основании измерения напряжений и токов на центрах питания и нагрузках. Основу алгоритма составляет математическое моделирование режима линии на основе теории электрических цепей с распределенными параметрами (Каганов, 1990).

Рассмотрим неоднородную распределительную линию длиной L с двумя центрами питания, рис. 1. Центры питания обеспечивают нагрузку по двум участкам линии с длинами x_H и $L - x_H$ и удельными параметрами Z_{B1}, γ_1 и Z_{B2}, γ_2 . В точке с координатой x_K имеет место повреждение изоляции с сопротивлением Z_K . Обе эти величины подлежат определению.

Анализ выполним по результатам решения уравнений участков линий на основе граничных условий на концах участков. В начале первого участка измерено напряжение $U_1(0)$, и получаем граничное условие $E_1 = U_1(0) + I_1(0)Z_1$. Постоянные A_{11} и A_{12} определяются из уравнений:

$E_1 = U_1(0) + (A_{11} - A_{12}) \frac{Z_1}{Z_{B1}}$; $U_1(0) = A_{11} + A_{12}$.. Аналогично, в конце второй линии при измерении напряжения $U_2(L - x_H)$ получаем уравнения для A_{21} и A_{22} .

В узле x_H равны напряжения в начале участка 2 и в конце участка 3, а ток в конце участка 3 разделяется на ток в начале участка 2 и ток в нагрузке. На основании граничных условий в точке повреждения определим расстояние до этой точки x_K и сопротивление изоляции в этой точке Z_K . В точке x_K равны напряжения в начале третьего участка и в конце первого участка, а ток в конце первого участка разделяется на ток в начале третьего участка и ток утечки.

После этого получаем расстояние x_K : $x_K = \frac{1}{\gamma_1} \ln \left[\frac{A_{11} - 0,5e^{\gamma_1 x_H} \cdot (A_{21} B_1 + A_{22} B_2)}{-A_{12} + 0,5e^{-\gamma_1 x_H} \cdot (A_{21} B_3 + A_{22} B_4)} \right]^{0,5}$ и

поврежденное сопротивление изоляции $Z_K = Z_{B1} \frac{A_{31} + A_{32}}{\frac{A_{11}}{A_{12}} - \frac{y}{A_{12}} - \frac{A_{31} + A_{32}}{A_{12}}}$.

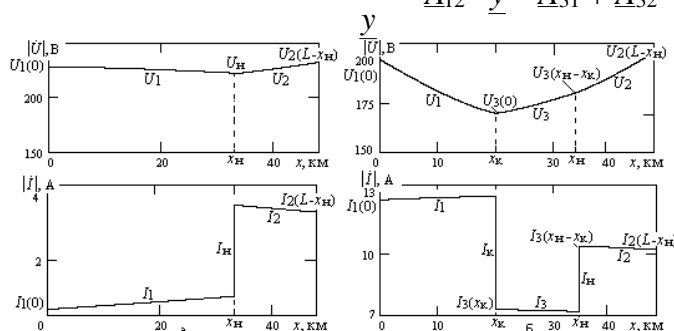


Рисунок 1 – Напряжение и ток в неповрежденной а) и в поврежденной б) линии

На рисунке 1 изображены графики распределения действующих значений напряжения и тока на участках линии в стационарном и в аварийном режимах.

Список использованной литературы:

Каганов З. Г. Электрические цепи с распределенными параметрами и цепные схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.

**РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ
СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ**

Пасынков М.А., Рязанов В.А., Кузьмин К.А., Мишуров В.Ж.

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

Измерение скорости течения необходимо для контроля перемещения водных масс в океанах, морях, реках, в том числе, со взвесями. Для этих целей применяются различные измерительные приборы, где в качестве первичных преобразователей скорости движения потока используются датчики, основанные на различных физических явлениях. За основу взят наиболее перспективный измеритель скорости и направления течения, основанный на акустических принципах ИСТ-1М, разработанный коллективом центра экологического приборостроения и экоэнергетики Института природно-технических систем (Греков и др., 2020). Данный прибор имеет в своем арсенале электромагнитный компас с датчиком ускорений собственных движений, позволяющий определять направление течения в диапазоне от 0° до 360°. Помимо вышеперечисленных достоинств, прибор имеет бортовой блок, подключенный к прибору через грузонесущий кабель-трос.

Для долгосрочных, круглосуточных, всепогодных измерений скорости и направления течения была разработана специальная модификация прибора, позволяющая производить измерения в новом качестве, ИСТ-1МА24.

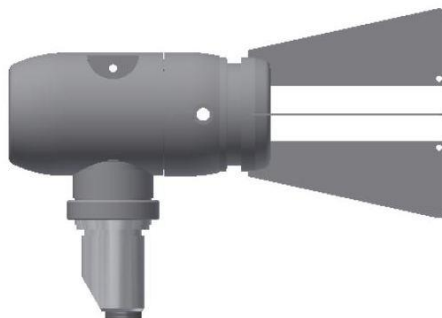


Рисунок 1 – Внешний вид ИСТ-1МА24

В корпусе ИСТ-1МА24 имеются: энергоэффективная аккумуляторная батарея компактных размеров LiFePO₄, имеющая достаточную емкость для долгих полевых работ, работающая в широком температурном диапазоне; энергонезависимые цифровые часы реального времени; флеш память.

ИСТ-1МА24 может находиться в четырех состояниях:

- 1) режим хранения или транспортировки;
- 2) режим работы с ПК (настройка частоты записи, настройка времени, проверка состояния АКБ);
- 3) режим зондирования (запись измеренных данных в память прибора);
- 4) режим заряда.

Управление прибором производится через герметичный разъем на корпусе путем подключения различных аксессуаров: зарядного устройства, дата кабеля, разъема включения.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ государственной регистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Греков А. Н., Греков Н. А., Сычев Е. Н. Среднечастотные акустические методы и средства для исследования водной среды: монография. – Севастополь: ИПТС, 2020. – 126 с. – ISBN 978-5-6044196-6-3.

ПРИМЕНЕНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРА ADXL345 ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПРОФИЛЯ ПЛОТНОСТИ

Пеньков М.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
veter4750@mail

В последнее время предпринимаются попытки проведения прямых измерений профиля плотности без значительных усилий по измерениям параметров STD (солёности, температуры, глубины) или вовсе без них.

Использование гидростатического метода измерения градиента плотности, представленного в статье Федотова Г.А. (Федотов, 2013), требует применения четырёх датчиков давления, жёстко закреплённых по трём ортогональным осям, что связано с необходимостью коррекции колебаний наклона прибора.

Применение акселерометра типа ADXL345 позволяет упростить и удешевить конструкцию зонда, поскольку приводит к уменьшению количества датчиков давления до 1–2 в различных вариантах исполнения. В докладе представлено описание конструкции (блок-схема) всплывающего зонда с возможностью погружения до 1000 метров и оперативной записи данных. На рисунке приведен вид используемого акселерометра.



Рисунок 1 – Общий вид акселерометра ADXL345

Акселерометр ADXL345 способен измерять ускорение величиной до ± 16 g с максимальным разрешением 13 бит. Частота измерения может достигать 3200 Гц. Он обладает низким энергопотреблением – максимум 140 мкА.

Передача данных с акселерометра может осуществляться по протоколам SPI или I²C, что позволяет проводить предварительную обработку данных с акселерометра и датчика давления и записывать данные в энергонезависимую память через микроконтроллер серии ADuC.

Конструкция механизма всплытия представляет отдельный вопрос.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Федотов Г. А. Новая модификация гидростатического метода определения плотности морской воды // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. – 2013. –Т. 6, № 1. – С.58–65.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ И КОРРОЗИОННОЙ СРЕДЫ

Руднев В.П.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Сочи, Россия
stc-sochi@mail.ru

Большинство конструкций имеют длительный срок эксплуатации и подвержены воздействию коррозионной среды. Условия работы материала в конструкции диктуют необходимость определения параметров механики разрушения в реальных условиях эксплуатации. Алюминиевые сплавы, подверженные испытанию, широко используются в машино-, самолето- и кораблестроении для создания защитных оболочек и деталей сложных технических систем. Оценка параметров коррозионной трещиностойкости конструкционных материалов в основном производится с помощью ускоренных испытаний и практически отсутствуют данные по испытанию в натуральных условиях природной среды. Выбранная методика испытаний (ОСТ 90352-84) позволила исследовать кинетику развития трещины широкого спектра конструкционных алюминиевых сплавов в морском климате влажных субтропиков при длительном действии нагрузки и коррозионной среды.

Экспозиция образцов осуществлялась под навесом, при которой, как известно, коррозионное воздействие более значительное, нежели на открытой площадке за счет большего осаждения коррозионных агентов и не смывания их осадками. Для получения информации о работоспособности материала образцы, экспонировались до полного разрушения. Основная партия образцов из девяти систем полностью разрушилась в 7-8 летний срок экспозиции, более 10 лет сохранились образцы сплавов В-95Т2, 1420 (рисунок 1).



а)

б)

в)

Рисунок 1 – Внешний вид образцов сплавов В-95Т2 (а), 1420 (б) после 10 лет, а 1161Т (в) после 7 лет экспозиции в морской атмосфере влажных субтропиков

Наиболее эффективно зарекомендовал себя сплав В-95Т2, после 5 лет экспонирования прирост трещины был минимальный (8,3 мм) из всей партии испытываемых материалов, в то время как, например, у сплава 1161Т он составил 44,0 мм. Высокую стойкость к коррозионному растрескиванию для сплава В-95Т2 подтвердили и пороговые значения коэффициента интенсивности напряжений. Таким образом, полученные данные по влиянию длительного совместного воздействия коррозионной среды и статической нагрузки на вязкость разрушения конструкционных алюминиевых сплавов исследуемых девяти систем необходимо учитывать в расчетах при проектировании конструкций по принципу «безопасной повреждаемости».

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ госрегистрации 124012700512-1).

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Руднева И.И.¹, Медянкина М.В.², Шайда В.Г.³

¹Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, Россия

²Московский государственный университет технологий и управления МГУТУ
им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет), г. Москва, Россия

³ООО «ЭкоСервис-А», г. Москва, Россия
svg-41@mail.ru

Функционирование нефтегазового комплекса на шельфе морей и океанов связано с применением буровых растворов, сведения о токсичности которых для биоты ограничены и противоречивы. Эти вещества представляют собой сложные смеси, в состав которых входят вода, суспензии, эмульсионные и аэрированные жидкости, органические растворители, тяжелые металлы, глина, предназначенные для промывки скважин при их бурении. Буровые растворы при попадании в водную среду в целом негативно влияют на морские экосистемы, так как приводят к нарушению роста, развития и выживания гидробионтов. Ранние стадии развития водных организмов наиболее чувствительны к воздействию загрязняющих веществ, в том числе тех токсикантов, которые содержатся в продуктах бурения.

Целью настоящей работы явилась оценка токсичности разных видов буровых растворов с использованием развивающихся эмбрионов русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* в качестве тест-объекта. Изучали влияние буровых растворов на водной основе в разных концентрациях на выживаемость оплодотворенной икры, предличинок и динамику их выклева в пресной и 5‰ соленой воде. Результаты исследований позволили выявить токсическое действие тестируемых веществ на ранние стадии развития рыб. Наблюдаемые эффекты зависели от концентрации и времени воздействия токсикантов, что позволило сделать предположение как о механизмах токсичности веществ, так и о возможных последствиях для исследуемых организмов. Обнаружена различная токсичность буровых растворов, которая проявлялась в достоверном снижении выживаемости эмбрионов и задержке вылупления предличинок в опытных группах по сравнению с контролем. Помимо этого, количество вылупившихся предличинок при всех тестируемых концентрациях было меньше, чем в контроле.

Установленные токсические эффекты буровых растворов могут быть следствием прямого и косвенного действия этих веществ. Прямое действие буровых растворов вызывает токсические эффекты в результате наличия в них тяжелых металлов и органических соединений, которые накапливаются в икре рыб и нарушают процессы жизнедеятельности. В совокупности это проявляется в угнетении скорости роста и развития, появлении аномалий, задержке выклева, повышенной смертности эмбрионов и личинок. Непрямые эффекты процесса бурения и буровых растворов обусловлены изменением (ухудшением) среды обитания. При бурении скважин происходит образование множества взвешенных частиц, которые значительно снижают прозрачность воды для солнечных лучей, оседают на поверхности икринок, нарушая тем самым нормальный обмен между организмом и его средой обитания. Кроме того, попадание ксенобиотиков в воду изменяет ее физико-химические свойства, что также отрицательно влияет на развитие икры рыб.

Таким образом, тесты на токсичность позволяют оценить биологические эффекты и концентрации, при которых различные выбросы буровых растворов и сбросы бурового шлама будут оказывать воздействие на тест-объекты. Экотоксикологические методы позволяют оценить воздействие на окружающую среду на протяжении всего цикла бурения. Этот комплексный подход дает ценную информацию о последствиях буровых работ, способствуя принятию обоснованных решений в соответствии с принципами оценки процесса бурения, помогают в составлении экологических профилей и анализе воздействия для различных путей управления отходами.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОТЕКТОРА
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Рязанов В.А., Пасынков М.А., Мишууров В.Ж., Кузьмин К.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
rjaz-17@yandex.ru

Для эффективной работы ультразвуковых первичных преобразователей (Греков и др., 2020) необходимо, чтобы материал переходного слоя обладал небольшим коэффициентом поглощения ультразвуковых волн. Для преобразователей с пьезокерамическими пластинками, работающими в жидкостях, этим условиям отвечают промежуточные слои из твердой гетерогенной смеси на основе эпоксидной смолы, в которой в качестве наполнителя предлагается использовать алмазный порошок.

Необходимое волновое сопротивление обеспечивается материалом, имеющий следующий состав:

- эпоксидная смола – 10 в/ч (весовых частей);
- алмазный порошок – 30 в/ч;
- полиэфир МГФ-9 – 2 в/ч;
- полиэтиленполиамин – 1,3 в/ч.

После полимеризации эпоксидной смолы необходимо отшлифовать слой, что позволит достичь необходимой толщины и обеспечить идеальную гладкость поверхности. Это важно для обеспечения максимальной эффективности передачи ультразвуковых волн и минимизации потерь на отражение. Использование абразивных материалов с различной зернистостью позволяет добиться качества протектора с требуемыми параметрами.

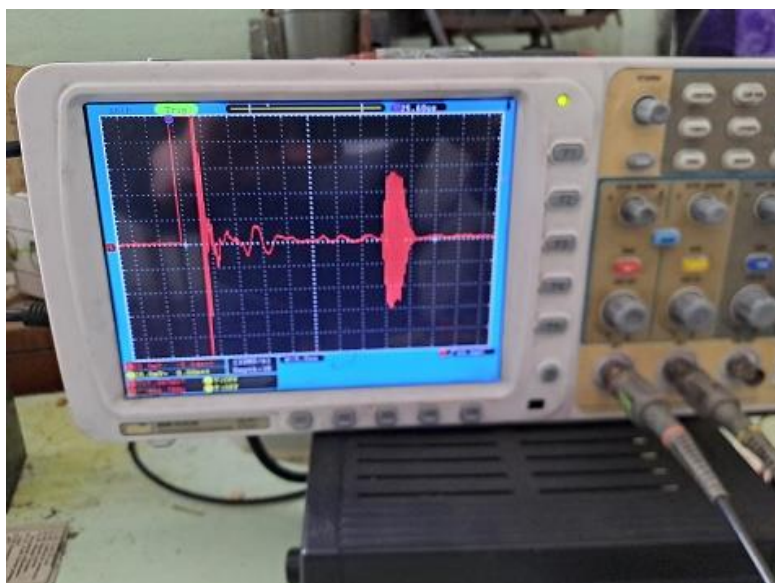


Рисунок 1 – Представлена область переходных процессов после излучения зондирующего импульса в испытываемом образце

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ госрегистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Греков А. Н., Греков Н. А., Сычев Е. Н. Среднечастотные акустические методы и средства для исследования водной среды: монография. – Севастополь: ИПТС, 2020. – 126 с. – ISBN 978-5-6044196-6-3.

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ОБРАЗЦА УГЛЕПЛАСТИКА В МОРСКОЙ СРЕДЕ С КОНТРОЛЕМ ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ГРАВОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Сальников В.Г.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Сочи, Россия
salnikovvg@rambler.ru

При проектировании конструктивных узлов АНПА из углепластика, необходимо учитывать влияния на весовые и деформационно-прочностные характеристики элементов конструкций таких процессов, как водопоглощение материала в морской воде и влагопоглощение в атмосфере под навесом, где имитируется хранение изделия в разных климатических зонах. Эти два процесса в разной степени увеличивают массу аппарата и оба могут приводить к уменьшению до 30% прочностных характеристик за счет пластификации влагой связующего (Николаев и др., 2015). Важную роль при этом играет время десорбции влаги из образца на атмосферном стенде под навесом после водопоглощения в морской воде.

Из полученной кинетической кривой (рисунок 1) видно, что прирост массы углепластика за счет влагопоглощения на атмосферном стенде под навесом достигает максимума $\Delta m = 0,365\%$ через 1365 суток экспозиции с дальнейшим понижением за счет выветривания разрушенного поверхностного слоя связующего за счет тепловой и частично УФ деструкций связующего.

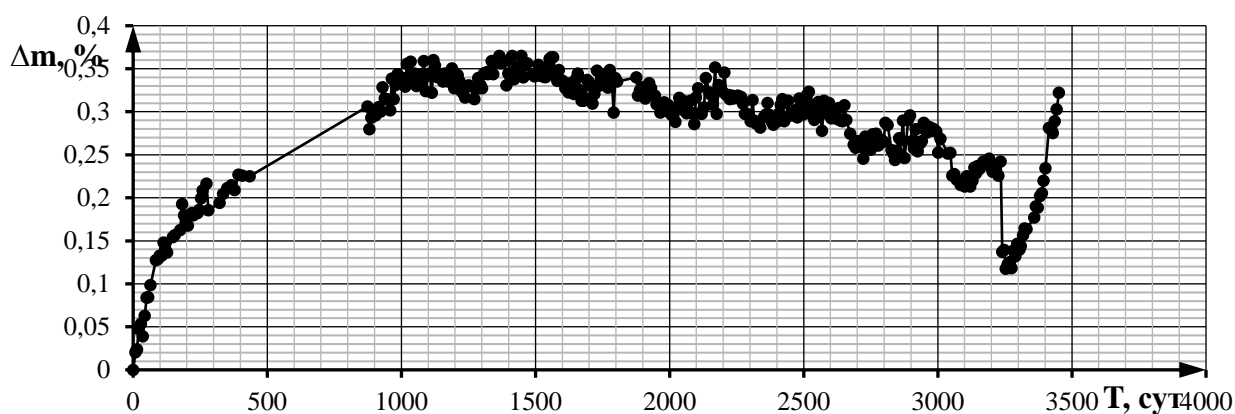


Рисунок 1 – Экспериментальная кинетическая кривая изменения относительной массы образца углепластика на эпоксидном связующем за счет сорбции атмосферной влаги на стенде под навесом в теплом влажном климате г. Сочи, водопоглощения в морской воде и деструкции связующего (гравиметрические измерения 2015–2024 гг.)

При перемещении образца углепластика на стенд в морскую воду на 3234 сутки наблюдения его относительная масса уменьшилась с 0,226 до 0,117% за счет смыва остатков разрушенного ранее поверхностного слоя связующего. В дальнейшем увеличение Δm проходит за счет водопоглощения со средней скоростью 0,00115 %/сут. Набухание и расслоение образца за время испытаний не наблюдалось. Продолжать испытания следует до определения максимально допустимых значений Δm с последующим определением времени десорбции.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Совершенствование технических средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод» (№ госрегистрации 124012700512-1).

Список использованной литературы:

Николаев Е. В., Барботько С. Л., Андреева Н. П., Павлов М. Р. Комплексное исследование воздействия климатических и эксплуатационных факторов на новое поколение эпоксидного связующего и полимерных композиционных материалов на его основе. Часть 1. Исследование влияния сорбированной влаги на эпоксидную матрицу и углепластик на ее основе // Труды ВИАМ. – 2015. – № 12. – С. 86–99.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ ГЕТЕРОГЕННОЙ СЕТИ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА «МЕТЕОДОЗОР»

Самойлов С.Ю.¹, Евстигнеев В.П.¹, Егоркин А.А.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

SYSamoylov@sevsu.ru

Одним из направлений экологической политики государства, является определение санитарно-защитных зон (СЗЗ) вокруг предприятий с целью защиты окружающей среды и населения от негативного воздействия. Зачастую размеры СЗЗ занижаются, что приводит к ухудшению экологической обстановки, наносящей вред окружающей среде и населению. Границы и функции СЗЗ соответственно нормативным документам должны фиксироваться с применением системы экологического мониторинга атмосферного воздуха (АВ) для определения концентраций и вида загрязняющих веществ (ЗВ) соответственно метеорологическим данным.

Для получения результатов мониторинга необходимо определить места проведения замеров на основе данных сводных расчетов распространения ЗВ от мест выбросов ЗВ всех предприятий данной приморской территории (Приказ..., 2019). Объектом исследования является приморская территория, в зоне которой расположены объекты негативного воздействия: первой и второй категории. Произведенные сводные расчеты в программе УПРЗА «Эколог», определили зону, в которой фиксировались по результатам анализа карт рассеивания ЗВ наибольшие концентрации следующих веществ: NO₂, пыль – SiO₂ за СЗЗ территорий выбранных объектов.

Для проверки правильности расчетов в данной зоне был установлен автономный измерительный комплекс контроля экологического состояния атмосферного воздуха и метеорологических параметров «МетеоДозор», разработанный Севастопольским государственным университетом на основе недорогих датчиках контроля окружающей среды. Цель данной операции была определить технические возможности данного комплекса.

Результаты наблюдений, проводимые с марта по сентябрь 2024 г. на указанной приморской территории с помощью комплекса «МетеоДозор», показали превышения предельно-допустимых среднесуточных концентраций (ПДКсс) ЗВ по частицам пыли 1,5 ПДК и подтвердили результаты расчетов для определения расположения точек мониторинга.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что комплексы «МетеоДозор», можно использовать для наблюдений и контроля мониторинга СЗЗ, с целью подтверждения их правильности функционирования и, следовательно, контроля экологической обстановки. В связи с вышеизложенной целью научного исследования является разработка методики создания объединенной гетерогенной сети комплексов мониторинга АВ приморской территории.

Задачи исследования: – сбор исходной информации об объектах негативного воздействия и метеорологической обстановки территории; – проведение сводных расчетов рассеивания ЗВ и определение точек расположения комплексов; – оценка результатов и подтверждение фиксированных СЗЗ.

Список использованной литературы:

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29 ноября 2019 г. № 813 «Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию» // Портал ГАРАНТ.РУ: официальный сайт. – Москва. Обновляется в течении суток. – URL: <https://www.garant.ru/> (дата обращения: 10.09.2024).

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК В ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ

Семыкина И.Ю.

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

arinasemykina@gmail.com

Ключевым элементом инфраструктуры нефтяной и газовой промышленности является трубопроводный транспорт, в том числе подводный, при этом протяженность подводных трубопроводов непрерывно растет. Вследствие климатических, геофизических, эксплуатационных, техногенных и иных факторов возможны утечки из трубопроводов, которые не только провоцируют экономический ущерб, но и несут угрозу для водной экосистемы.

Методы обнаружения утечек в подводных трубопроводах (рис. 1) характеризуются высоким многообразием, отличающихся точностью обнаружения места утечки, уровнем ложных срабатываний, быстродействием, непрерывностью, сложностью и стоимостью. Ряд стационарных систем описан в работах (Фролов, 2015) и (Рыльцева, 2021). Анализ динамических систем проводился по работам (Рыльцева, 2021), (Бобриков, 2023), (Любимов, 2024), а также корпусу патентной информации ФИПС и ВОИС.

Важными задачами, решаемыми на современном этапе, является повышение адаптивности, обеспечивающей возможность работать на разных трубопроводах, и повышение чувствительности, обеспечивающей обнаружение малых утечек. Это определяет тенденцию к использованию комбинированных методов получения информации, а также все большему внедрению методов машинного обучения.

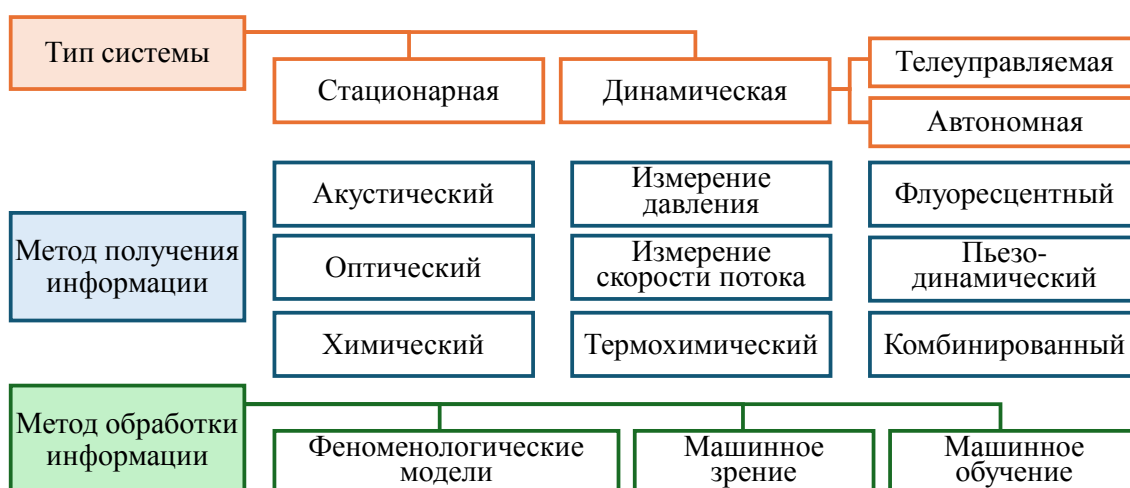


Рисунок 1 – Методы обнаружения утечек в подводных трубопроводах

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Бобриков А. И., Алексеенко Н. В. Акустические методы обнаружения утечек нефте/газопроводов // Современная Российская наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза: Наука и Просвещение, 2023. – С. 15–18.

Любимов Я. Е., Соколов Л. В. Концепция судна для мониторинга подводных трубопроводов и окружающей среды // Труды Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. – 2024. – № 1(9). – С. 74–89.

Рыльцева Ю. А. Современные способы и средства диагностики и ремонта подводных переходов трубопроводов // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16, № 9. – С. 1236–1263.

Фролов Ю. А., Афанасьев И. А., Габдрахманов Т. Ф. Системы мониторинга утечек нефти и нефтепродуктов на подводных переходах магистральных трубопроводов // Трубопроводный транспорт. – 2015. – Уфа: УГНТУ, 2015. – С. 219–221.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРОНОЛОГИЙ ПЛОТНОСТИ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ В ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Силкин П.П.

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

ppsilk@rambler.ru

Для реконструкции палеоклимата широко используют хронологии различных параметров ксилемы годовых колец древесных растений. В дендроклиматологии, оттолкнувшись от использования ширины годовых колец, в настоящее время, используют данные профиля плотности годовых колец, их гистометрические характеристики, данные по изотопному составу годовых колец и т.д. Использование новых параметров годовых колец позволяет улучшить реконструкцию климата в прошлом, поэтому перспективным является поиск новых клеточных параметров структуры годовых колец, которые отражают различные физиологические процессы, происходящие в древесном растении и, как следствие, отражающие влияние различных факторов внешней среды.

В данной работе исследовались хронологии нового клеточного параметра - индекса плотности клеточной стенки годовых колец лиственницы. Плотность клеточной стенки для каждой трахеиды была измерена с помощью методов и программного обеспечения, разработанного автором ранее, с использованием данных профиля плотности годовых колец и хронологиями клеточных параметров, таких как площади поперечного сечения клетки и её клеточной стенки. Профили плотности годовых колец измерялись методами рентгеновской денситометрии (денситометр Dendro-2003, Швейцария). Хронологии клеточных параметров измерены авторским программным обеспечением, изображения годовых колец были получены с помощью компьютеризированного микроскопа проходящего света AxioImager.D1 (Карл Цейсс, Германия). Для всех измеренных годовых колец получена обратная нелинейная связь плотности клеточной стенки с её толщиной, которая была аппроксимирована нелинейным полиномом, с помощью которого рассчитывалось теоретическое значение клеточной стенки для данной её толщины. Индекс плотности клеточной стенки рассчитывался как отношение экспериментального значения плотности клеточной стенки к её теоретическому значению. В каждом образце были построены хронологии индекса плотности клеточной стенки для зон ранней и поздней древесины, а также для переходной зоны. Анализ результатов корреляционного анализа показал, что наблюдается значимая положительная связь между индивидуальными хронологиями индексов плотности клеточной стенки для всех зон кольца. Данный результат свидетельствует о наличии общего внешнего фактора, который синхронизирует величину индекса плотности клеточной стенки у исследованных деревьев, произрастающих на одном участке, что указывает на перспективность использования данного клеточного параметра для использования в задачах дендроклиматологии. Также интересный и парадоксальный результат был получен при исследовании связи между индексами плотности клеточных стенок разных зон кольца. Несмотря на то, что зоны годовых колец образуются в разные периоды вегетационного сезона, имеют разную клеточную структуру и функциональное назначение, коэффициенты корреляции между ними приближаются к единице, что требует дальнейшего исследования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛОНКИ HAWACH SCIENTIFIC (КИТАЙ) В МЕТОДЕ ВЭЖХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАУ

Халиков И.С.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск, Россия

Khalikov@rpatyphoon.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой большую группу органических соединений с двумя или более конденсированными ароматическими кольцами, которые являются широко распространенными загрязнителями окружающей среды (Халиков, 2024).

Возможности современной аналитической химии не позволяют на практике определять одновременно сотни замещенных и не замещенных ПАУ, присутствующих в объектах природной среды. В многообразных директивах предлагается проводить контроль концентраций разного числа ПАУ. С учетом важности определения ПАУ в объектах природной среды привлекаются современные методы анализа с высокой селективностью и чувствительностью, такие как газовая хроматография, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), хромато-масс-спектрометрия.

В связи с введенными санкциями против нашей страны покупка и использование колонок для разделения ПАУ в методе ВЭЖХ, например, таких как Envirosep PP, Supelcosil LC-PAN и др., стала большой проблемой.

В настоящей работе проведена оценка возможности использования колонки SLHPAN 546150 (Hawach Scientific, Китай) для разделения приоритетных 16 ПАУ и некоторых других с оптимизацией скорости потока, состава подвижной фазы и длин волн флуориметрического детектора.

Для идентификации и количественного определения ПАУ использовали флуориметрический детектор «RF-20A» и детектор на основе диодной матрицы «SPD-M20A». Измерения проводили на хроматографе «LC-20» (Shimadzu) с колонкой SLHPAN 546150 (150 x 4,6 мм; 5 мкм) (Hawach Scientific, Китай) и защитным картриджем C18 (4 x 2 мм) производства фирмы Phenomenex в условиях градиентного элюирования смесью ацетонитрила и воды от 50% до 90% (40 мин) и далее до 100% (50 мин), при скорости потока 1,0 мл/мин и температуре колонки 40°C. Объем аликвоты для ввода пробы – 10 мкл. В качестве градуировочных стандартов использовали смеси и стандартные растворы индивидуальных ПАУ производства фирмы «Supelco» и «Dr. Ehrenstorfer». Правильность результатов определения ПАУ подтверждали методом «введено-найдено». Следует отметить, что идентификацию аценафтилена проводили с помощью детектора на диодной матрице.

По времени удерживания на хроматограммах ПАУ располагались следующим образом: нафталин (9,5 мин), аценафтилен (11,1 мин), 1-метилнафталин (12,4 мин), 2-метилнафталин (12,9 мин), аценафтен (13,7 мин), флуорен (14,1 мин), фенантрен (15,7 мин), антрацен (17,2 мин), флуорантен (19,4 мин), пирен (21,0 мин), бенз(*a*)антрацен (25,6 мин), хризен (26,1 мин), бенз(*e*)пирен (30,5), бенз(*b*)флуорантен (30,9 мин), бенз(*k*)флуорантен (32,2 мин), бенз(*a*)пирен (34,2 мин), дибенз(*a,h*)антрацен (36,8 мин), бенз(*g,h,i*)перилен (39,5 мин), инден(*1,2,3-c,d*)пирен (39,8 мин), антантрен (43,9 мин), коронен (49,2 мин).

Список использованной литературы:

Халиков И. С. Оценка возможности диагностики источников загрязнения атмосферного воздуха полициклическими ароматическими углеводородами по их компонентному составу: монография. ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета России. – Тамбов: Издательство Юконф, 2024. – 80 с.

КОНТАКТНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ЧЕРНОМ МОРЕ

Химченко Е.Е.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

ekhym@ocean.ru

Учитывая большое разнообразие эффектов, которые внутренние волны оказывают на морские экосистемы (Woodson, 2018), важность их изучения представляется существенной для экологического мониторинга состояния морских вод. Хотя в последние годы для наблюдения за полем внутренних волн на первый план выходят дистанционные методы зондирования, контактные измерения по-прежнему остаются главным источником новой информации об их структуре и параметрах. В работе представлены результаты наблюдений за внутренними волнами на шельфе и в присклоновой части Черного моря. Анализируются квазиинерционные внутренние волны (КИВВ), зарегистрированные по данным продолжительных вертикальных профилирований водной толщи автономным профилографом Аквалог (Островский и др., 2013). Обсуждаются результаты регистрации внутренних волн на четырех заякоренных термокосах в акватории Голубой бухты (Геленджик) в июне 2023 г.

Выявлено, что КИВВ доминируют в энергетических спектрах скорости течений. Спектральный анализ вращательных компонент скорости течений выявил пик на инерционной частоте с вращением по часовой стрелке. Анализ данных показал присутствие КИВВ в сезонном пикноклине в летний период и в постоянном пикноклине зимой. Выявлено, что зимой в околоинерционном диапазоне частот уровень кинетической энергии был выше между 40 м и 80 м и достигал максимума в слое основного пикноклина. Летом высокий уровень кинетической энергии наблюдался до глубины 80 м, после чего уменьшался с глубиной. Летом уровень энергии был на порядок ниже, чем зимой. Между 80 м и 95 м обнаружен слой минимума энергии. Амплитуда квазиинерционной кинетической энергии показала тесную связь с вертикальной стратификацией, причем ее максимум и минимум соответствовали максимуму и минимуму частоты плавучести.

Проведена оценка основных параметров, наблюдаемых коротких внутренних волн, зарегистрированных в прибрежной зоне в Голубой бухте. Периоды волн находились в пределах от 4 до 20 мин, скорость достигала 0,1–0,3 м/с, а преимущественное направление было на берег. Интенсивные цуги коротких волн выявлены после усиления вдольберегового северо-западного течения.

Дополнительно показано, что в районе континентального склона основная внутрисуточная изменчивость кислорода связана с КИВВ. При прохождении внутренней волны-возвышения, на ее гребне наблюдается подъем вод из более глубоких слоев, где содержание кислорода значительно меньше, таким образом, подход внутренней волны сопровождается дефицитом кислорода. В прибрежной зоне при подходе КИВВ наблюдается падение уровня насыщения вод кислородом на горизонте (почти на 10%). Подобные изменения содержания кислорода могут приводить к критическим изменениям условий среды обитания для придонной экосистемы.

Работа выполнена в рамках темы госзадания Минобрнауки № FMWE-2024-0024. Экспедиционные работы, а также обработка и анализ данных выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-77-00055.

Список использованной литературы:

Островский А. Г., Зацепин А. Г., Соловьев В. А., Цибульский А. Л., Швоев Д. А. Автономный мобильный аппаратно-программный комплекс вертикального зондирования морской среды на заякоренной буйковой станции // *Океанология*. – 2013. – Т. 53, № 2. – С. 259–268.

Woodson C. B. The fate and impact of internal waves in nearshore ecosystems // *Ann. Rev. Mar. Sci.* – 2018. – Vol. 10. – P. 421–441. – DOI 10.1146/annurev-marine-121916-063619.

**МОДЕЛЬ ПОТЕРЬ СИГНАЛА, АДАПТИРОВАННАЯ
ПОД УСЛОВИЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

Чачиев Д.Р., Сосновский Ю.В.,

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия

denis.chachiev@mail.ru, sosnovskiy.yv@cfuv.ru

Значимое направление развития систем контроля окружающей среды – текущий мониторинг агрометеорологических показателей. Обычно такие данные собираются автономными устройствами, которые передают информацию посредством радиоканала. Для увеличения эффективности работы устройств сбора данных, а также для оптимизации их размещения требуется оценить потери радиосигнала.

В работе рассматривается модели потери сигнала при распространении в пространстве, применимые для устройств типа LoRa в условиях Крымского полуострова, такие как FSPL (Free Space Path Loss) и модель ITM (Irregular Terrain Model).

Модель FSPL не применима в реальных условиях ввиду отсутствия учета каких-либо параметров среды, кроме расстояния. Модель ITM учитывает перепады высот, а также атмосферные условия, однако учет только таких параметров не позволяет давать достаточно точные прогнозы.

Модель потерь радиосигнала в свободном пространстве является основой для других моделей и выглядит следующим образом:

$$PL_{fs} = 20 * \log_{10}(f) + 20 * \log_{10}(d) + 32.45, \quad (1)$$

где f – частота сигнала в МГц, d – расстояние в км.

Ряд авторов (Heino et al., 2010) создали модель, основанную на их измерениях, которая позволяет добавить к модели FSPL поправочные коэффициенты, вычисляемые эмпирически:

$$PL_{coeff} = B + 10 * n * \log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right), \quad (2)$$

где B – базовые потери сигнала, d_0 – базовое расстояние, d – текущее расстояние, n – показатель потерь сигнала.

В ряде статей (Linka et al., 2018) были получены разные коэффициенты в Дортмунде (Германия) ($B=132,25$, $n=2,65$) и Оулу (Финляндия) ($B=128,95$, $n=2,32$), а также приведено сравнение различных моделей потерь сигнала. Модель с эмпирически получаемыми коэффициентами показывает оптимальное соотношение ложноположительных и ложноотрицательных оценок потерь. Для адаптации модели под условия Крымского полуострова необходимо оборудование, позволяющее оценить уровень принимаемого сигнала. Модули LoRa имеют встроенный измеритель RSSI – показателя уровня принятого сигнала. Для оценки погрешности этого показателя в качестве эталонного измерителя использовался поверенный анализатор спектра Anritsu MS2726C и антенный комплект Пб-251 (логопериодическая антенна 100 МГц – 6 ГГц с поверкой, штатив диэлектрический). Был выполнен ряд измерений с малой мощностью передатчика на разном расстоянии. Обработка результатов измерения показала малое отклонение реального уровня сигнала от показателя RSSI модуля LoRa. Максимальное отклонение значения RSSI не превышало 1dBm. Модули Heltech LoRa V3 были установлены в корпус вместе с аккумуляторами, созданы программы управления передающим модулем и программа для приемного модуля, отображающая номер принимаемого пакета и текущий уровень сигнала.

Список использованной литературы:

Heino P. et al. «Deliverable D5.3, WINNER+ Final Channel Models V1.0, CELTIC CP5–026 WINNER+ Project». – 2010. – URL: http://projects.celtic-initiative.org/winner+/deliverables_winnerplus.html (access date: 01.06.2024).

Linka H., Rademacher M., Jonas K., Aliu O. G. Path Loss Models for Low-Power Wide-Area Networks: Experimental Results using LoRa // Proc. Mobilkommunikation – Technologien und Anwendungen, VDE ITG-Fachbericht Mobilkommunikation. – Osnabrück, 2018. – P. 10–14.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД МЕТОДОМ ПНЕВМОСЕПАРИРОВАНИЯ В ПРИСУТСТВИИ ГУМИНОВОГО ПРЕПАРАТА

Чердакова А.С.¹, Гальченко С.В.¹, Воробьева Е.В.²

¹Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, г. Рязань, Россия

²Рязанский институт (филиал) Московского Политехнического университета,

г. Рязань, Россия

cerdakova@yandex.ru

В большинстве типов сточных вод, образующихся в результате хозяйственной деятельности, присутствуют нефтепродукты в эмульгированном состоянии. Технологии удаления нефтепродуктов из сточных вод по большей части основываются на процессах дестабилизации нефтяных эмульсий (коагуляция, флокуляция и др.). Однако применение данных методов технически сложно, что часто сопряжено с экономическим аспектом (Li et al., 2016; Jafarinejad, 2017). По нашему мнению, альтернативу могут представлять использование для очистки методы пневмосепарации, суть которых заключается в воздушном барботировании сточных вод в турбулентном режим. Это приводит к разрушению адсорбционных коллоидных пленок на каплях нефтепродуктов, их слиянию и осаждению с последующим удалением. Пневмосепарирование загрязненных вод считаем целесообразным проводить в присутствии гуминовых веществ и препаратов на их основе, которые ввиду своей химической гетерогенности способны вступать в физико-химические взаимодействия с нефтепродуктами, влияя тем самым на эффективность очистки.

Целью исследования являлась оценка эффективности очистки сточных вод от нефтепродуктов методом пневмосепарации в присутствии гуминового препарата.

В экспериментальных исследованиях использовались агрегативно устойчивые эмульсии на основе дистиллированной воды и нефтепродуктов различных фракций: «дизельное топливо-вода»; «бензин-вода»; «моторное масло-вода»; «мазут-вода», с исходной концентрацией нефтепродуктов 100 мг/л, 130 мг/л и 150 мг/л. Модельные эмульсии пневмосепарировали с помощью воздушного компрессора в течении 1 часа. После 30 мин. пневмосепарирования в эмульсии вносился гуминовый препарат – гумат калия в виде 0,01%, 0,04% и 0,08% водных растворов. Контролем служили эмульсии без внесения гумата калия. Критерием оценки выступала остаточная концентрация нефтепродуктов, определяемая методом колоночной хроматографии.

Установлено, что пневмосепарирование эмульсий позволяет снизить концентрацию нефтепродуктов на 30–90% в зависимости от их типа. Максимальный эффект наблюдался на вариантах опыта с дизельным топливом, где под воздействием пневмосепарирования его концентрация снижалась практически на 90 %. Также весьма существенным был результат барботаж эмульсий с бензином и моторным маслом, эффективность их очистки составляла 40–50%. И минимальный эффект отмечен на вариантах с мазутом, где глубина очистки была порядка 30%.

При этом использование гумата калия при пневмосепарировании эмульсий значительно стимулирует процессы удаления нефтепродуктов (на 10–40%). Увеличение дозы препарата приводит к усилению данного эффекта.

Таким образом, пневмосепарирование сточных вод в присутствии гумата калия является перспективным способом их очистки от нефтепродуктов.

Список использованной литературы:

A versatile and efficient approach to separate both surfactant-stabilized water-in-oil and oil-in-water emulsions / Y. Li et al. // Separation and Purification Technology. – 2016. – Vol. 176. – P. 130–140.

Jafarinejad S. Treatment of Oily Wastewater // In book: Petroleum Waste Treatment and Pollution Control. – Oxford, 2017. – P. 185–267.

МАКЕТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКОГО ЗОНДА И ПРИЕМНОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ

Шаповалов О.Ю.

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

В настоящее время, при решении задач оперативного сбора данных и измерения физических параметров морской акватории, существует необходимость в создании условно-разовых зондов. Эти зонды должны быть недорогими и иметь оперативный канал связи с базовой станцией. В исследовании представлено описание разработки модуля навигационной системы для океанографического зонда (Архипкин, 2009). Внешний вид предлагаемой системы измерения представлена на рисунке 1. Разработка такого модуля является актуальной задачей в свете необходимости сбора оперативных данных и измерения физических параметров морской акватории (Соловьев, 2000). Зонды могут быть использованы для мониторинга изменений важных параметров морской среды, исследования климата, обнаружения загрязнений и других важных задач. Для эффективной реализации таких зондов требуется разработка надежной системы связи и навигации.



Рисунок 1 – Внешний вид системы океанографического измерительного зонда и базовой станции

В состав системы измерения входят измерительный зонд (ИЗ) и радиоприемная станция (РПС). В состав ИЗ входит радиомодем (РМ), предназначенный для осуществления связи по радиоканалу с РПС, GPS/GLONASS модуль.

В состав РПС входят: радиомодем, предназначенный для обеспечения двухсторонней связи с ИЗ, персональное вычислительное устройство (ПЭВМ).

В состав электроники ИЗ входят следующие узлы: микроконтроллер (МК), предназначенный для управления работой электронного блока ИЗ по заданной программе; радиомодем (РМ), предназначенный для передачи данных на береговую или судовую РПС и приема команд с РПС; измерительный модуль (ИМ); батарея автономного питания (БП); флеш накопитель (ФН), предназначенный для хранения данных измерений; реле всплытия (РВ); антенный блок (АНТ) для размещения антенны РМ и GPS/ GLONASS модуля.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Архипкин В. С., Лазарюк А. Ю., Левашов Д. Е. Океанология. Инструментарные методы измерения основных параметров морской воды. – М.: Макс Пресс, 2009. – 335 с.

Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 270 с.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ПОДХОД В РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ВОДЫ И АНАЛИЗЕ ДАННЫХ

Шишкин Ю.Е.

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

Измерение плотности жидкостей, в частности морской воды, играет ключевую роль в многочисленных прикладных и научных задачах, таких как экология, гидрология и управление водными ресурсами. Наличие точной и своевременной информации о плотности воды позволяет проводить оперативный анализ характеристик водных объектов, прогнозировать изменения их состояния и принимать на основе этого обоснованные решения (Shishkin, 2024).

Для решения данной задачи существуют общепринятые методы измерения плотности воды, каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. Гидростатические методы основаны на измерении давления жидкости на определенной глубине, но чувствительны к внешним воздействиям. Осциллометрические методы используют изменения частоты колебаний сенсора, погруженного в жидкость, но требуют сложной калибровки. Вибрационные методы измеряют изменение резонансной частоты вибратора, но могут быть подвержены механическим помехам. Акустические методы основаны на измерении скорости звука в воде, которая зависит от ее плотности, однако чувствительны к температурным и соленостным изменениям (Краснодубец, 2024). Таким образом очевидно, что существующие методы измерения плотности воды требуют совершенствования в части точности, быстродействия и возможности автоматизации обработки данных, одним из перспективных способов которого является дифференциальные подходы в моделировании процессов, расширяющие возможности для создания эффективных систем измерения и анализа данных.

Для разработки модели системы анализа данных зондирования была построена система дифференциальных уравнений, учитывающая динамические изменения давления и температуры, а также разность давления между внешней средой и резервуара с эталонной жидкостью

$$\frac{dP}{dt} = f(P, T, \rho_{\text{этал}}, \rho_{\text{наруж}}, g) \quad \Delta P = P_{\text{наруж}} - P_{\text{этал}} = \rho_{\text{наруж}} \cdot g \cdot h - \rho_{\text{этал}} \cdot g \cdot h,$$

где ΔP – разность давления, $P_{\text{наруж}}$ – давление внешней среды, $P_{\text{этал}}$ – давление эталонной жидкости, $\rho_{\text{наруж}}$ – плотность внешней жидкости, $\rho_{\text{этал}}$ – плотность эталонной жидкости, g – ускорение свободного падения, h – высота столба жидкости, f – функция, описывающая зависимость изменения давления от температуры и плотности жидкостей.

В ходе исследования разработана математическая модель системы измерения плотности воды, основанная на дифференциальном подходе. Созданное на ее основе программное обеспечение направлено на повышение качества процессов измерения и анализа данных и предназначено для применения в областях: гидрологических исследований для мониторинга морей, озер и рек с целью прогнозирования паводков и засух, в промышленности для контроля плотности растворов в технологических процессах, и при экологическом мониторинге для отслеживания изменений плотности как индикатора загрязнений или аномалий различной природы. Результаты модельных экспериментов подтвердили эффективность предложенного метода. Перспективы дальнейшего развития включают масштабирование системы для обеспечения работы *in situ* и интеграцию в существующие измерительные комплексы, созданные в ИПТС.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Краснодубец Л. А., Шишкин Ю. Е., Шаповалов О. Ю. Морской автономный зонд-профилограф // Системы контроля окружающей среды. – 2024. – № 1(55). – С. 42–52.

Shishkin I. E., Krasnodubets L. A. Method for Dynamic Measurements of Autonomous Underwater Probe Immersion Depth // Proceedings – 2024 International Russian Smart Industry Conference, Smart Industry Conf. – 2024. – P. 939–943. – DOI 10.1109/ICIEAM60818.2024.10553897.

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ АЛГОРИТМОВ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В МОРСКИХ СИСТЕМАХ

Шишкин Ю.Е.

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

Экологическое состояние морских экосистем является критически важным для поддержания биологического разнообразия, обеспечения ресурсами человека и высокого качества жизни в целом. Одной из ключевых задач в этом направлении является обнаружение аномалий физико-химических параметров морской среды, контроль популяции гидробионтов и выявление посторонних взвесей, наличие которых может свидетельствовать о нарушениях в морской среде, таких как появление новых источников загрязнения или изменения в балансе экосистем.

Традиционные подходы проведения мониторинга требуют значительные объемы данных для принятия решений и базируются на методах статистического анализа данных и простых эмпирических подходах, что на практике приводит к запаздыванию модели относительно практики и препятствует возможности оперативно реагировать на изменения. В этой связи возникает необходимость создания программных алгоритмов на основе машинного обучения и нечеткой логики для анализа данных, полученных с помощью моделей среды и измерительной системы (плотномера и др.), с целью обнаружения аномалий физической, химической или биологической природы в морской среде требующих меньший объем данных для принятия решений и как следствие обладающих большей реактивностью (Шишкин, 2024).

Плотномер измеряет плотность морской воды, которая зависит от температуры, солености, наличия примесей: взвесей и гидробионтов. Примем уравнение состояния морской воды как $\rho = \rho(T, S, P, C)$, где ρ – плотность воды, T – температура, S – соленость, P – давление, C – концентрация примесей: взвесей и гидробионтов. Аномалии в этих параметрах являются предикторами, указывающими на экологические проблемы, или индикаторами, указывающими на такие явления как природные катастрофы или явное антропогенное вмешательство (гибель флоры из-за альговирозов или несанкционированные сбросы загрязняющих веществ).

Алгоритм детектирования аномалий можно представить в виде следующей последовательности: 1) на вход подаются данные о текущем состоянии системы (T, S, P, C) осуществляется нормализация и очистка данных от выбросов и шумов; 2) данные преобразуются в нечеткие значения с помощью фаззификации (преобразование числовых значений в нечеткие переменные, что помогает уменьшить влияние точных измерений, которые могут быть подвержены случайным ошибкам); 3) происходит оценка состояния с помощью модели машинного обучения с подкреплением, где система получает обратную связь о правильности своих предсказаний и корректирует алгоритм; 4) с помощью классификатора происходит расчет вероятности аномалий, если результат превышает пороговое значение, то система классифицирует это как аномалию.

Перспективы дальнейшего развития предложенных алгоритмов включают интеграцию с системами дистанционного и спутникового зондирования, разработку облачных сервисов для хранения и обработки данных мониторинга в реальном времени, совместное их использование с биосенсорами для более селективного анализа и снижения вероятностей ложного срабатывания. Методики машинного обучения в сочетании с нечеткой логикой позволяют решать задачи в условиях неопределенности и вариативности данных, что делает алгоритмы более устойчивыми к шуму и ошибкам измерений.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124012700512-1.

Список использованной литературы:

Шишкин Ю. Е., Скاتков А. В. Информационные технологии на основе полимодельного комплекса для решения задач синтеза гетерогенной мониторинговой сети // Системы контроля окружающей среды. – 2024. – № 2(56). – С. 74–83.

**ПРИМЕНЕНИЕ РАНЕЕ РАЗРАБОТАННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЁТА
МЕСТНЫХ РАЗМЫВОВ В ПРОЕКТАХ ЗАЩИТЫ МОРСКИХ БЕРЕГОВ**

Щодро А.Е.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ashodro@yandex.ru

Ранее были разработаны методы расчёта размывов, основанные на предварительном расчёте или задании кинематической картины течения, информации о механическом составе грунта, гидравлических особенностях обтекания донных частиц, а также о их связанности и гранулометрическом составе.

Практические расчеты размыва проводятся в несколько этапов. При известном типе размыва, установленном по физической сути явления размыва и их классификации (сосредоточенный, рассредоточенный по площади дна или по длине берега размывы). Интенсивности выноса грунтов в воронках размыва и характер развития процесса размыва во времени определялись в результате обработки натурных данных наблюдений за местными сосредоточенными размывами, связанными с деятельностью винтообразных течений, развивающихся в воронках, и определяющих предельно высокие темпы и объёмы размыва.

Для определения конечных значений глубин размыва учитывают накопления отмостки в воронке размыва путем послонного суммирования количества частиц, остающихся в каждом слое, после его переработки потоком. Остаются в каждом слое те фракции, которые крупнее некоторого минимального диаметра несдвигаемой частицы. Эти критические диаметры определяются, исходя из значений придонных скоростей и характеристик турбулентности, найденных экспериментально или расчётным путём. Глубина размыва определяется суммированием толщин слоев, которые остаются после вымыва из них более мелкого грунта. Критические диаметры частиц, отвечающих неразмывающей скорости соответственно уровню турбулентности, определяются методом имитационного моделирования. При этом рассматривается отрыв одиночных частиц с поверхности несвязного грунта с учетом заданных кинематических характеристик потока, неоднородности состава донных отложений и формы частиц.

Расчет размыва основан на определении придонных осредненных и пульсационных скоростей по эмпирическим зависимостям автора. Вычисляются суммы толщин слоев грунта, остающиеся на дне ямы, от переработки грунта (t_e) и от привнесенных частиц (t'_e):

$$S = \Sigma(t_e + t'_e).$$

Размыв считается завершенным, когда сумма S станет больше ожидаемой толщины отмостки. Для учёта транспорта наносов определяется время размыва соответственно каждому шагу по глубине. С помощью кривой механического состава определяется доля частиц, которые остаются в яме на каждом шагу в соответствующем слое с учётом расхода наносов, которые поступают в яму. Конечная глубина размыва определяется той высотной отметкой, которая соответствует глубине залегания расчётного слоя, на котором выполняется это условие.

Предлагаемый метод расчёта размывов может быть использован для оценки размывающей способности также и волнового потока. Необходимо лишь знать характерные придонные скорости и характер их изменения во времени. На основе этих данных аналогичным методом будут определяться критические неразмывающие скорости и конечная глубины размыва.

СЕКЦИЯ 2

ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ЮГЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И В МОНГОЛИИ

Антохина О.Ю.¹, Антохин П.Н.^{1,2}, Гочаков А.В.^{1,3}, Збираник А.А.^{1,4}, Газимов Т.Ф.^{3,4}

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия

²Иркутский государственный университет, географический факультет, г. Иркутск, Россия

³Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт (ФБГУ «СИБНИГМИ»), г. Новосибирск, Россия

⁴Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Antokhina@iao.ru

В работе на основании синоптических карт и данных реанализа ERA5 рассматриваются ключевые процессы атмосферной циркуляции, связанные с формированием экстремальных осадков на территории Восточной Сибири и Монголии. Показано, что в подавляющем большинстве случаев экстремальные осадки связаны с прохождением атмосферных фронтов и циклонов, формирующихся при бароклинной фазе роста крупномасштабных волн. Усиление волновых процессов в средней и верхней тропосфере приводят к сильным циклоническим деформациям поля потенциальной завихренности (PV), известным как «обрушение (опрокидывание) волн» (McIntyre, Palmer 1983; Krupchatnikov 2020). При дальнейшем циклоническом опрокидывании волны может сформироваться или поддерживаться блокирование западного переноса над Восточной Сибирью и Дальним Востоком. Атмосферное блокирование может способствовать дипольному перераспределению осадков, и как следствие, возникновению паводков в южных районах Сибири и пожаров в северных. Таким образом наблюдается взаимосвязь процессов, связанных с экстремальными осадками, и условиями, связанными с возникновением природных пожаров на севере Сибири и Дальнем Востоке. Важно отметить, что возникновение блокирующих антициклонов наиболее часто отмечается после событий сильных осадков, что согласуется с увеличением эмиссий от пожаров в последние десятилетия (Antokhina O. et al., 2023).

Анализ синоптических карт и карт PV показал, что после 2000-х происходит увеличение частоты холодных вторжений при более частых процессах сближения изолиний PV умеренных широт и субтропиков. Данный вывод указывает на изменение волновых процессов, сопутствующих формированию экстремальных осадков на территории Восточной Сибири и Монголии. Смена волновых процессов выражается в изменении паттернов давления и меридиональной компоненты скорости ветра в средней и верхней тропосфере соответственно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00167 «Связь формирования экстремальных осадков на юге Сибири с процессами опрокидывания волн Россби и атмосферного блокирования», <https://rscf.ru/project/23-27-00167/>.

Список использованной литературы:

Antokhina O. et al. Effects of Rossby Waves Breaking and Atmospheric Blocking Formation on the Extreme Forest Fire and Floods in Eastern Siberia 2019 // Fire. 2023. – Vol. 6, № 3. – P. 122.

Krupchatnikov V. N., Borovko I. V. Rossby wave breaking and blocking events associated with some atmospheric circulation regimes in the Northern Hemisphere based on a climate system model (PlaSim-ICMMG-1.0) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Vol. 611. – P. 012015.

McIntyre M. E., Palmer T. N. Breaking planetary waves in the stratosphere // Nature. – 1983. – Vol. 305, № 5935. – P. 593–600.

РОЛЬ ПАССАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ СОБЫТИЙ ЭЛЬ-НИНЬО И ЛА-НИНЬЯ

Афанасьева В.В.¹, Воскресенская Е.Н.¹, Марчукова О.В.²

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

²ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Россия

afanasyeva.vladlena@mail.ru

В последние 40 лет в восточной части Тихого океана наблюдается положительная тенденция изменения давления над уровнем моря, при этом, в индонезийском регионе линейный тренд давления отрицательный. Согласно оценкам отчета IPCC это обеспечивает усиление тихоокеанских пассатов (Zhao, Allen, 2019). В свою очередь, усиление пассатов должно приводить к сокращению количества событий Эль-Ниньо, и, увеличению количества событий Ла-Нинья в будущем.

Индекс пассата, (trade wind index) для экваториальной части Тихого океана (5°ю. ш.–5°с. ш.) рассчитывается по компоненте ветра U для высоты с давлением в 850 мб (что соответствует высоте около 1500 метров). Эти индексы основаны на реанализе NCEP NCAR. В исследовании анализировались 3 индекса: западный, TWI WP (5°ю. ш.–5°с. ш, 135°в. д.–180°), центральный, TWI CP (5°ю. ш.–5°с. ш, 170°з. д.–140°з. д) и восточный, TWI EP (5°ю. ш.–5°с. ш, 135°з. д.–120°з. д). Верификация 47 моделей проекта CMIP6 на основе статистического анализа исторического периода 1979–2014 гг. по модельным расчётам в сравнении с реанализом NCEP NCAR позволила отобрать модели для изучения и оценки изменения динамики пассатных ветров в экваториальной зоне Тихого океана в период с 2024 по 2100 гг. для сценариев SSP2 – 4.5 и SSP5 – 8.5. Критерием для выбора моделей было совпадение знака тренда в трёх индексах пассатных ветров в сравнении с реанализом NCEP NCAR с 1979 по 2014 гг. Всего было отобрано 9 моделей.

Для оценки изменения динамики пассатов в будущем, были созданы ансамбли моделей для двух сценариев SSP. В ансамбле для эксперимента SSP 2 – 4.5 участвовало 6 моделей (INM-CM4-8, NorESM2-MM, CMCC-ESM2, CanESM5-CanOE, CESM2, AWI-ESM-1-1-LR). Для эксперимента SSP 5 – 8.5, – 7 моделей (HadGEM3-GC31-LL, INM-CM4-8, NorESM2-MM, FGOALS-f3-L, CMCC-ESM2, CESM2, HadGEM3-GC31-MM).

Для сравнения результатов с историческим периодом 1979–2014, ряды будущих изменений оценивались в соответствующих 36-ти-летних периодах с 2024 по 2059 гг. и с 2051 по 2086 гг.

Для оценки изменения количества событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья разных типов и связи с пассатами, полученные ряды ветра сравнивались с рядами ТПО, полученными в работе (Воскресенская и др., 2021).

Модельные расчеты по проекту CMIP6 на период до 2100 года в рамках эксперимента оптимального экономического развития SSP 2 – 4.5 показали ослабление пассатных ветров. Это обусловит в целом увеличение количества событий или продолжительности Эль-Ниньо и сокращение количества Ла-Нинья или уменьшение их продолжительности.

Подобные расчеты в рамках эксперимента с наиболее неблагоприятными будущими изменениями SSP 5 – 8.5 до 2100 года показали существенное ослабление пассатных ветров и соответствующие изменения параметров Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Список использованной литературы:

Zhao X., Allen R.J. Strengthening of the Walker Circulation in recent decades and the role of natural sea surface temperature variability // Environmental Research Communications. – 2019. – Vol. 1, No. 2. – 021003. – DOI: 10.1088/2515-7620/ab0dab.

Воскресенская Е. Н., Марчукова О. В., Афанасьева В. В. Оценка возможных изменений повторяемости событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья к концу XXI века по моделям проекта CMIP6 // Системы контроля окружающей среды. – 2021. – Т. 4(46). – С. 14–21.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА НА ПОВЕРХНОСТИ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Базюра Е.А.^{1,2}, Полонский А.Б.²

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

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
eisal@mail.ru, apolonsky5@mail.ru

Цель работы – проанализировать долгопериодные изменения потоков тепла на поверхности Северной Атлантики. Используются следующие массивы среднемесячных данных: по турбулентным явным (H) и скрытым (LE) потокам тепла, коротковолновой (SW) и длинноволновой (LW) радиации из реанализа NCEP/NCAR за 1948–2018 гг. (Kalnay et al, 1996); значения климатических индексов Атлантической мультидесятилетней осцилляции (АМО), Североатлантического (САК), Восточно-Атлантического (ВАК), Восточно-Атлантического / Западно-Российского (ВАЗРК) и Скандинавского колебаний (СК) за 1950–2018 гг. взяты с сайтов (Atlantic..., 2023; National..., 2022). По данным NCEP рассчитывались: суммарные турбулентные потоки тепла H+LE; величины радиационного баланса океана R; величины внешнего теплового баланса поверхности океана В. Проводилась оценка среднеквадратических отклонений и линейных трендов среднегодовых величин (H+LE, R, В), уровня значимости трендов. После удаления линейных трендов из указанных среднегодовых величин проводилось разложение полученных массивов аномалий потоков тепла на эмпирические ортогональные функции (ЭОФ). Оценивался вклад дисперсии (%) первых четырех ЭОФ в общую изменчивость H+LE, R, В. Рассчитывались коэффициенты корреляции временных коэффициентов первых четырех ЭОФ с индексами АМО, САК, ВАК, ВАЗРК и СК. Показано, что в умеренных и высоких широтах климатический тренд В обусловлен преимущественно долгопериодной изменчивостью H+LE, а в низких широтах вклад обоих компонент внешнего теплового баланса (H+LE и R) в климатический тренд В сопоставим по величине. Области значимого увеличения потока тепла из океана в атмосферу приурочены к окрестности Гольфстрима и центральной части Северного субтропического антициклонического круговорота. Значимые тренды уменьшения потока тепла из океана в атмосферу обнаружены в зоне формирования Североатлантической глубинной водной массы. В этих областях вклад дисперсии, обусловленной линейными трендами, в общую изменчивость В превышает 30%, а в отдельных точках может достигать 60–65%. Показано, что АМО объясняет порядка 7% изменчивости внешнего теплового баланса поверхности океана и суммарных турбулентных потоков тепла, 6% изменчивости радиационных потоков тепла на поверхности океана; САК обуславливает 7% изменчивости радиационного баланса поверхности океана, 11% изменчивости суммарных турбулентных потоков тепла и 12% изменчивости внешнего теплового баланса поверхности океана.

Работа выполнена в рамках договора НИР «Влияние потоков тепла на изменения теплосодержания верхнего слоя северной части Атлантического океана» № 298-223/ЕП-23, темы госзадания № FFMM-2024-0016 «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Atlantic Multidecadal Oscillation Index // NOAA Physical Sciences Laboratory: website. – URL: <https://psl.noaa.gov/data/timeseries/AMO/> (access date: 15.01.2023).

Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // Bulletin of the American meteorological Society. – 1996. – Vol. 77, No. 3. – P. 437–471.

National Weather Service. Center for Weather and Climate Prediction // NOAA: website. – URL: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml> (access date: 07.06. 2022).

**СИСТЕМА RANGES ДЛЯ РАСЧЕТА КЛИМАТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛИМАТООБУСЛОВЛЕННОГО ЯВЛЕНИЯ**

Богданович А.Ю.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю. А. Израэля»,
г. Москва, Россия
bogda-anton@yandex.ru

Математическое моделирование климатической области распространения климатообусловленного явления является важным инструментом для оценки последствий изменения климата. При таких типах расчета определяется часть географического пространства устойчивого существования явления при известных климате и благоприятных факторов среды для этого явления. Система RANGES (Свидетельство Роспатента № 2024668052) позволяет производить подобные расчеты для широкого класса климатообусловленных явлений. Обсуждаются результаты расчетов климатической области распространения хлопковой совки и некоторых других биологических видов (Богданович и др., 2023; Bogdanovich et al., 2023), а также случаи экстремальных явлений (на примере засухи (Богданович и др., 2021)). Использовались климатические данные для 1990–1999 гг., 2030–2039 гг. и 2050–2059 гг. в условиях различных сценариев. Для территории России использовались климатические данные, рассчитанные с помощью региональной климатической модели Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. Для глобальных оценок расчет был осуществлен по данным климатической модели Института вычислительной математики РАН.

Список использованной литературы:

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024668052 Российская Федерация. Система RANGES: № 2024666887: заявлено 19.07.2024: регистрация 01.08.2024 / Богданович А. Ю., Семенов С. М., Добролюбов Н. Ю.; правообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля». – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ.

Богданович А. Ю., Добролюбов Н. Ю., Крыленко С. В., Баранчиков Ю. Н., Липка О. Н., Семенов С. М. Климатический ареал непарного шелкопряда на территории России, соответствующий климатам конца XX века и XXI века // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2023. – Т. 9, № 1. – С. 65–88.

Богданович А. Ю., Павлова В. Н., Ранькова Э. Я., Семенов С. М. Влияние изменений засушливости в России в XXI веке на пригодность территорий для возделывания зерновых культур // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2021. – Т. 7, № 1. – С. 20–35.

Bogdanovich A. Yu., Andreeva A. P., Dobrolyubov N. Yu., Krylenko S. V., Lipka O. N., Semenov S. M. Possible Expansion of the Climatic Range of the Mediterranean Fruit Fly Being a Dangerous Fruit Pest // *Russian Meteorology and Hydrology*. – 2023. – Vol. 48, No. 1 – P. 72–78.

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА
В ПЕРИОДЫ ЯВЛЕНИЙ ЭЛЬ-НИНЬО И ЛА-НИНЬЯ**

Бурундукова О.А., Марчукова О.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия
burundukovao@bk.ru

Эль-Ниньо Южное Колебание (ЭНЮК) является одним из режимов климатической изменчивости гидросферы и атмосферы Земли в межгодовом масштабе. Явление имеет естественное природное происхождение и проявляется периодически каждые 2–7 лет в виде климатических аномальных изменений, происходящих по всей планете. ЭНЮК оказывает различное влияние на климат в зависимости от смены фаз Эль-Нинья и Ла-Нинья. Эффект влияния данного феномена наиболее выражен в Южной Америке. Обычно Эль-Ниньо вызывает теплые и очень влажные летние периоды (с декабря по февраль) на северном побережье Перу и в Эквадоре, где часто происходят значительные наводнения. В Индонезии, Филиппинах и северной Австралии режим выпадения осадков снижается, увеличивая вероятность возникновения лесных пожаров. В Северной Америке зимы становятся более теплыми. Эль-Ниньо также приводит к снижению активности атлантических ураганов. Восточная Африка, включая Кению, Танзанию и бассейн Белого Нила, испытывают длительные сезоны дождей с марта по май, южные и центральные регионы Африки с декабря по февраль преследуют засухи.

В недавнем исследовании (Zhong et al., 2024) был сделан вывод, что сокращение площади ледников связано не только с глобальным потеплением, но и с феноменом ЭНЮК. В Антарктике на западе Антарктического полуострова, Земли Росса, морей Беллинсгаузена и Амундсена в годы Эль-Ниньо покрывается большим количеством снега и льда, при этом в целом становится теплее. Последствия недавних повторяющихся явлений Ла-Нинья вызывал значительное потепление от моря Бофорта до Гренландии, что противоположно похолоданию в масштабах всего бассейна и вносит дополнительный вклад в потепление Арктики (Li et al., 2022). Поэтому цель настоящей работы заключается в том, чтобы выявить аномалии температуры воздуха и концентрации льда в Арктическом регионе в периоды Эль-Ниньо и Ла-Нинья с 1950 по 2023 гг. Работа основана на композитном анализе данных о среднемесячных значениях температуры воздуха и сплоченности льда, взятых из реанализа NCEP/NCAR Национального центра прогнозирования окружающей среды США (NOAA) с разрешением $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ с 1950 по 2023 гг.

По результатам анализа составлена оценка взаимосвязи между феноменом ЭНЮК и формированием аномалий температуры воздуха и концентрации льда в Арктическом регионе с исключением воздействия сезонной изменчивости и эффекта глобального потепления за последние 74 года.

Список использованной литературы:

Li J., Mu L., Zhong L. Frequent central Pacific La Niña events may accelerate Arctic warming since the 1980s // *Acta Oceanol.* – 2022. – Vol. 40. – P.62–69. – DOI 10.1007/s13131-021-1843-x.

Zhong W., Shi Q., Yang Q. Wintertime Arctic sea-ice decline related to multi-year La Niña events // *Advances in atmospheric sciences.* – 2024. – Vol. 41. – P.1680–1690. – DOI 10.1007/s00376-024-3194-y.

ОБ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ВОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Валле А.А., Полонский А.Б.

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

Как известно Черное море является полузамкнутым распресненным бассейном с уникальной гидролого-гидрохимической структурой. Черное море делится на верхнюю аэробную и нижнюю анаэробную зоны. Верхний слой насыщен кислородом и распреснен. Это в основном является следствием значительного речного стока и вертикального перемешивания. Глубинные воды, напротив, характеризуются повышенной соленостью вследствие их мраморноморского происхождения. В результате вертикальная термохалинная структура черноморских вод очень необычна.

Речной сток выносит в море как распресненные и насыщенные кислородом поверхностные воды, так и воды, загрязненные бытовыми, сельскохозяйственными и промышленными отходами. Последние ухудшают экологическое состояние прибрежных акваторий. К 70-м годам 20-го столетия антропогенная нагрузка выросла до критического уровня, что привело к эвтрофикации вод и гипоксии (дефициту кислорода) на северо-западном шельфе Черного моря (Гидрометеорология..., 1991; Безбородов, Еремеев, 1993; Зайцев и др., 2006).

Целью данной работы является анализ долгопериодной изменчивости концентрации растворенного кислорода в северо-западной части Черного моря в весенний период за ~100-летний период с использованием архивного массива данных и выявить наиболее вероятную причину изменений таких временных масштабов.

Основной результат настоящей работы заключается в следующем. Анализ междесятилетней изменчивости концентрации растворенного кислорода в весенний период в северо-западном шельфе Черного моря, выполненный по архивным данным с 1923 по 2022 гг., позволил сделать следующие выводы. Обнаружено, что в северо-западной части моря в период с 1923 по 1932 гг. наблюдались самые низкие за последние 100 лет концентрации кислорода, растворенного в поверхностном слое вод. В первую очередь это связано с прогревом поверхностных вод в указанный период. Вторичный минимум концентрации растворенного кислорода в северо-западной части моря приходится на 1970 – середину 1980 гг. Основная причина его появления – эвтрофикация вод. В последнее десятилетие 20-го – начале 21-го столетия происходило повышение температуры поверхностного слоя вод, которое способствовало понижению концентрации растворенного кислорода, после чего снова произошла смена направленности климатического тренда. В результате междесятилетняя изменчивость концентрации растворенного кислорода в северо-западной части Черного моря характеризуется квазипериодической изменчивостью с типичным временным масштабом в несколько десятков лет.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Безбородов А. А., Еремеев В. Н. Черное море. Зона взаимодействия аэробных и анаэробных вод. – Севастополь, 1993. – 299 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 4: Черное море, вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб, Гидрометеоздат, 1991. – 469 с.

Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. Северо-западная часть Черного моря: Биология и экология – Киев, Наукова Думка, 2006. – 701 с.

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Верещагина М.А.

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
vereshaginamaria12@gmail.com

Республика Саха (Якутия) обладает большой площадью (3083,5 тыс. км²), и составляет 18% от общей площади страны. Находясь в зоне резко континентального климата, большая часть региона – это область многолетней мерзлоты, что выражается в специфических особенностях ведения хозяйства республики. Население сконцентрировано в Центральной части региона, долю которого 67% приходится на городские жители (на 2023 год 997,6 тыс. чел.). Температура атмосферного воздуха на территории России за последние 50 лет постепенно повышается в среднем на 0,43°C за десятилетие (Лобанов, 2019). В среднем изменения среднемесячных температур составляют 0,5–1°C за 10 лет. Изменение температуры почвы, увеличение количества лесных пожаров, увеличение или уменьшение уровня воды в реках напрямую зависит от дневной и среднемесячной температуры воздуха и поступления осадков на территории. Несмотря на то, что большая доля продукции сельского хозяйства приходится на животноводство (65%), растениеводство играет важную роль для региона (Рожин, 2006; Даянова, 2018). Посевные площади увеличились на 11%, где 30,5 тыс. га приходится на кормовые культуры для животноводства. Одной из проблем по влиянию изменения климата на сельское хозяйство уменьшение площади посевных площадей, протаивание многолетней мерзлоты и возникновение термокарстовых образований, которое может принести не только материальный ущерб, но нанести вред жизни и здоровью людей.

Земледельческая деятельность в Якутии затрудняется невысоким плодородием мерзлотных почв, короткий вегетационный период, составляющий 65–70 дней. На период 2023 г. велика доля индивидуальных фермерских хозяйств и хозяйств населения в составе агрокомплекса региона и принесло 23 585,2 млн. руб. (71% от всей продукция сельского хозяйства республике). Среди продукции растениеводства лидирует картофель (валовый сбор 2023 г. 72,7 тыс. тонн), для выращивания которого было отведено 6,2 тыс. га пахотных земель. В центральной части Якутии урожайность картофеля местного производства достигает. Разработка морозостойких сортов, как зерновых культур, так и картофеля, является первоочередной задачей для региона с суровым климатом. Сдерживающими развитие сельского хозяйства в республике являются неразвитость социально-экономической инфраструктуры (отсутствие развитой дорожной сети, отсутствие надежного и дешевого энергоснабжения, малая степень газификация, водоснабжения), жесткая конкуренция местных товаропроизводителей в аграрном секторе экономики, малая степень государственной поддержки. Исследование выполнено в рамках гранта ВОО «Русское географическое общество» № 17/2024-Р «Молодёжная научная школа «Изменения климата и современные методы исследования».

Список использованной литературы:

Даянова Г. И., Егорова И. К., Баишева А. Ф., Крылова А. Н. Устойчивое развитие сельского хозяйства Республики Саха (Якутия): ретроспективный анализ и точка бифуркации // МСХ. – 2018. – №6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ustoychivoe-razvitie-selskogo-hozyaystva-respubliki-saha-yakutiya-retrospektivnyy-analiz-i-tochka-bifurkatsii> (дата обращения: 28.08.2024).

Лобанов В.А., Кириллина К.С. Современные и будущие изменения климата Республики Саха (Якутия). Монография – СПб.: РГГМУ, 2019. – 157 с.

Рожин В. С., Чичигинов В. В. Возделывание зерновых культур в условиях Якутии // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – №5. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdelывание-zernovykh-kultur-v-usloviyah-yakutii> (дата обращения: 28.08.2024).

**АНОМАЛИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА В ОБЛАСТИ
КАНАРСКОГО И ЧИЛИЙСКОГО АПВЕЛЛИНГОВ И ВЛИЯНИЕ СОБЫТИЙ
ЭЛЬ-НИНЬО НА НИХ**

Возная Т.В.¹, Курченко В. М.¹, Полонский А.Б.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических исследований», г. Севастополь, Россия
tanya.voznaya.01@mail.ru, apolonsky5@mail.ru

Области Канарского и Чилийского апвеллингов (КА и ЧА) относятся к числу наиболее динамичных и продуктивных регионов Мирового океана с уникальными морскими экосистемами. Основу возобновляемых биологических ресурсов в этих регионах составляют массовые пелагические рыбы, которые являются объектами широкомасштабного промысла. Сезонная и межгодовая изменчивость характеристик поверхностных вод в окрестности указанных апвеллингов неплохо описана, что позволяет развигать различные схемы прогноза интенсивности подъема вод и связанных с ним аномалий температуры поверхности океана (ТПО), что чрезвычайно важно для решения ряда прикладных задач (Малинин и др., 2002; Полонский, Серебренников, 2020). Вместе с тем, остаются недостаточно хорошо изученными причинно-следственные связи, регулирующие межгодовую изменчивость характеристик поверхностных вод в области КА и ЧА. В частности, плохо изучено влияние событий Эль-Ниньо-Ла Ниньо (ЭН-ЛН) на эту изменчивость.

Целью данной работы является оценка влияния событий ЭН-ЛН на аномалии ТПО в районе КА и ЧА с использованием спутниковых данных. В работе использовались ежедневные данные о ТПО северо-восточной части Северной Атлантики, ограниченной координатами 15–30° с. ш. и 10–26° з. д., и юго-восточной части Тихого океана, ограниченной 20–60° ю. ш. и 70–90° з. д., за 40-летний период (с 1982 по 2022 гг.). Эти данные находятся в открытом доступе на сайте «Copernicus» в разделе OSTIA (GlobalOcean OSTIA Sea Surface Temperature and Sea Ice). Использовался набор данных SST_GLO_SST_L4_REP_OBSERVATIONS_010_011 с уровнем обработки L4 с разрешением 0,05°×0,05°. Данные об индексе ЭН, рассчитанном по ТПО в стандартном районе Nino3 за указанный 40-летний период, доступны на сайте NOAA. При анализе использовались стандартные статистические методы обработки временных рядов. Показано, что межгодовая изменчивость ТПО и в КА, и в ЧА значительно коррелирует с индексом ЭН. В среднем по всей апвеллинговой зоне максимальный коэффициент корреляции между этими характеристиками отмечается в области ЧА, где он достигает почти 0,4. Для ТПО в области КА соответствующий коэффициент корреляции примерно вдвое меньше. Однако, этот коэффициент корреляции сильно варьирует от одних частей КА и ЧА к другим и для различных временных отрезков продолжительностью в десятки лет. Полученные результаты подтверждают нестационарность анализируемых временных рядов и свидетельствуют о важности учета типа событий ЭН-ЛН при анализе причинно-следственных связей между изучаемыми явлениями.

Список использованной литературы:

Малинин В. Н., Чернышков П. П., Гордеева С. М. Канарский апвеллинг: крупномасштабная изменчивость и прогноз температуры воды. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 156 с.

Полонский А. Б., Серебренников А. Н. Интенсификация восточных пограничных апвеллинговых систем в Атлантическом и Тихом океанах // Метеорология и гидрология. – 2020. – № 5. – С. 86–95.

ТЕНДЕНЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОХАЛИННЫХ УСЛОВИЙ В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

Воронцов А.А., Булыгин А.М., Нефедова Г.И.
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» г. Обнинск, Россия
vorv10921@gmail.com

Глобальное потепление последних 40–50 лет заставляет более тщательно проводить исследования изменений режима моря и его прибрежных территорий, особенно в части выявления основных проблемных процессов, мониторинг которых должен осуществляться с особым вниманием.

Справедливости ради, следует отметить, что гидрометеорологические условия Черного и Азовского морей были исследованы достаточно подробно в прежние годы. Однако, современное глобальное потепление оказывает существенное влияние на полученные ранее оценки и время от времени необходимо их корректировать.

В работе представлены результаты современного состояния гидрологического режима (температура и соленость морской воды). Основой полученных результатов и выводов служат в основном наблюдения, выполненные в период 1977–2023 гг. (Бюллетень..., 2022; Бюллетень..., 2023; Бюллетень..., 2024), с привлечением данных за более продолжительный период по ряду станций на побережье Азовского (Керчь, Таганрог, Ейск, Темрюк, Тамань) и Черного (крымские станции: Черноморское, Севастополь, Ялта, Феодосия, станции побережья Кубани: Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе, Сочи) морей.

На основе анализа полученных результатов сформулированы основные выводы о текущем состоянии температуры и солености воды в прибрежных районах морей.

В целом, термохалинный режим прибрежных вод Черного и Азовского морей в течение последних десятилетий следует современным климатическим изменениям. Потепление климата – это основная тенденция изменений на протяжении последних десятилетий.

По результатам расчетов по данным наблюдений на станциях в прибрежных районах Черного и Азовского морей за последние 40 лет определены тенденции увеличения значений температуры воды, как в летний, так и в зимний сезон (летом коэффициент линейного уравнения тренда составляет в среднем 0,07, а зимой – 0,03).

В целом, тренды температуры воды за последние десятилетия положительны практически на всех станциях Азово-Черноморского бассейна.

В изменчивости солености Черного моря (Булыгин и др., 2023) очевиден ее рост, начиная с 2008 года. Средний коэффициент линейного тренда солености по данным прибрежных станций изменяется от 0,02 до 0,05. В изменчивости солености Азовского моря (Бердников и др., 2022) очевиден рост солености, начиная с 2003 года. Средний коэффициент линейного тренда солености по данным прибрежных станций близок к 0,2.

В целом, тренды солености морской воды за последние десятилетия положительны на всех станциях Азово-Черноморского бассейна.

Список использованной литературы:

Бердников С. В., Дашкевич Л. В., Кулыгин В. В. Новое состояние гидрологического режима Азовского моря в XXI веке // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. – 2022. – Т. 503, № 1. – С. 65–70.

Булыгин А. М., Грузинов В. М., Воронцов А. А., Дьяков Н. Н., Проценко С. А. Новая география Чёрного моря. – Обнинск: Артифлекс, 2023. – 208 с.

Бюллетень гидрометеорологического состояния Черного и Азовского морей в 2021 году. Под ред. проф. Грузинова В. М. – Ижевск: ООО «Принт», 2022. – 268 с.

Бюллетень гидрометеорологического состояния Черного и Азовского морей в 2022 году. Под ред. проф. Грузинова В. М. – Ижевск: ООО «Принт», 2023. – 198 с.

Бюллетень гидрометеорологического состояния Черного и Азовского морей в 2023 году. Под ред. Булыгина А. М., 2024.

**ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МОРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, СЗ ЯПОНСКОГО МОРЯ)**

Гайко Л.А.^{1,2}

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

²ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный
университет, г. Владивосток, Россия
gayko@yandex.ru

Дальневосточный морской заповедник (ДВМЗ) в заливе Петра Великого Японского моря был создан 24 марта 1978 г. За заповедником закреплены четыре района с разным режимом охраны: Южный, Западный, Восточный и Северный (рис. 1). В работе рассмотрена межгодовая изменчивость температуры воды и воздуха в южной части ДВМЗ (I, II и III участки) по данным наблюдений на гидрометеорологической станции (ГМС) Посъет Государственной сети гидрометеорологической службы за период 1931–2022 гг. (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема Дальневосточного государственного морского заповедника и его участки:

I – Южный; II – Западный; III – Восточный; IV – Северный, и \triangle ГМС Посъет

Климат Приморского края относится к муссонному типу климата умеренных широт с хорошо выраженными сезонами года. Изучение особенностей термического режима района было проведено как с помощью регрессионного анализа, так и путём сравнения параметров с эталоном – климатической нормой (температура, осреднённая за 30 лет).

Для исследования были построены графики временного хода температуры воды TW и воздуха TA, и с помощью регрессионного анализа за период наблюдений по ГМС Посъет для обоих параметров был выявлен линейный тренд с доверительной вероятностью 95%. При этом скорость приращения среднегодовой температуры воды и воздуха составила $0,10^\circ$ и $0,20^\circ\text{C} / 10$ лет соответственно. Далее для обеих сред по среднегодовым значениям были рассчитаны три 30-летние климатические нормы: I (средняя за период 1931–1960), II (за 1961–1990) и III (за 1991–2020 гг.) (табл. 1). Величина III-й нормы для температуры и воды, и воздуха выросла, по сравнению с I-й.

Таблица 1 – Среднегодовые нормы TW и TA за 1931–1960 (I), 1961–1990 (II) и 1991–2020 гг. (III)

ГМС	Температура воды, °C			Температура воздуха, °C		
	I	II	III	I	II	III
Посъет	8,9	8,9	9,5	6,0	6,5	6,8

Таким образом, можно отметить, что в южной части ДВМЗ за рассматриваемый период произошло увеличение температурного фона, что подтверждается как выявленным положительным линейным трендом в ходе температуры и воды, и воздуха, так и ростом температуры от I-й климатической нормы к III-й.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДАННЫХ РЕ-АНАЛИЗА СМЕМС BS-BIOGEOCHEMISTRY В ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ ТРЕНДОВ ВЕЛИЧИНЫ pH В ЧЕРНОМ МОРЕ

Гребнева Е.А., Полонский А.Б.

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

Lenagrebneva12@gmail.com

Параметр pH является важнейшим индикатором морской экосистемы, поскольку он оказывает заметное влияние на биологические процессы и химические реакции в водной среде. В последние годы исследования, касающиеся pH, акцентируются на изучении глобальных долгосрочных тенденций, особенно в верхних слоях океана. Это связано с повышением океанической кислотности. Поглощение избыточного количества углекислого газа (CO₂) из атмосферы приводит к снижению pH (окислению) вод океана, что является серьезной угрозой для морских экосистем. Черное море, как и другие моря и океаны, подвергается антропогенному воздействию, связанному с увеличением содержания CO₂ в атмосфере. Недостаточное количество доступных региональных данных наблюдений является серьезной проблемой для оценки значимых климатических трендов pH в водах Черного моря. В связи с этим привлечен дополнительный источник данных о величине pH. Это данные ре-анализа СМЕМС BS-Biogeochemistry (Grégoire, Vandenbulcke, 2020). В нем величина pH является расчетной переменной, полученной с использованием биогеохимического блока модели BAMBHI (Grégoire, Soetaert, 2010; Capet et al., 2016). Для оценки точности модельных данных по величине pH и их применимости для дальнейшего анализа трендов величины pH была выполнена верификация этих данных с использованием результатов прямых измерений величины pH, полученных в ходе экспедиционных исследований в Черном море в 2019–2020 гг.

Для работы использованы данные экспедиций, которые выполнялись в различные сезоны года. Период первой экспедиции – с 18 апреля по 13 мая 2019 г., второй – с 06 по 30 декабря 2019 г. и третьей – с 15 сентября по 10 октября 2020 г. Проводилось сравнение среднесуточных значений pH в отдельных узлах регулярной сетки, анализировалась согласованность пространственной структуры полей водородного показателя, построенных по разным типам данных, выполнялся корреляционный анализ.

Показано, что пространственно-временная изменчивость среднесуточных величин pH, оцененная по экспериментальным и расчетным данным, демонстрирует высокую степень согласованности. Соответствующие коэффициенты корреляции изменяются в разные месяцы от 0,75 до 0,91. При анализе разности среднесуточных величин pH в узлах регулярной сетки, рассчитанной по двум типам данных, обнаружено значимое завышение измеренных значений pH в период с 18 по 28 апреля 2019 г. Вероятная причина выявленной систематической погрешности заключается в методической ошибке, допущенной в процессе измерения величины pH.

Список использованной литературы:

Grégoire M., Vandenbulcke L., Capet A. Black Sea Biogeochemical Reanalysis (СМЕМС BS-Biogeochemistry) (Version 1) [Data set]. Copernicus Monitoring Environment Marine Service (СМЕМС). – 2020. – DOI 10.25423/CMCC/BLKSEA_REANALYSIS_BIO_007_005_BAMBHI (access date: 13.01.2024).

Grégoire M., Soetaert K. Carbon, nitrogen, oxygen and sulfide budgets in the Black Sea: A biogeochemical model of the whole water column coupling the oxic and anoxic parts // Ecological Modelling. – 2010. – Vol. 221, No. 19. – P. 2287–2301.

Capet A. et al. Integrating sediment biogeochemistry into 3D oceanic models: A study of benthic-pelagic coupling in the Black Sea // Ocean Modelling. – 2016. – Vol. 101. – P. 83–100.

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ХАССЕЛЬМАННА ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ПРОГНОЗОВ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА

Добровольский С.Г.¹, Юшков В.П.^{1,2}, Соломонова И.В.¹

¹ФГБУН Институт водных проблем РАН (ИВП РАН), г. Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Россия
sgdo@bk.ru

Ряды годовых значений средней глобальной температуры воздуха (1850–2014 гг.), полученные на 35 моделях «исторической» части проекта СМIP-6, проанализированы с учетом стохастической теории моделей климата К. Хассельманна (Hasselmann, 1976; Dobrovolski, 2000). Показано, что практически для всех моделей как ряды в целом, так и отдельные их сегменты – вплоть до последних десятилетий – удовлетворительно описываются моделью дискретного винеровского процесса, что находится в соответствии с указанной теорией. Сгенерированные на моделях проекта СМIP-6 изменения глобальных температур на протяжении последних 4–5 декад описываются суммой дискретного винеровского процесса и статистически значимого детерминированного монотонного тренда – очевидно, антропогенного происхождения. В соответствии с моделью дискретного винеровского процесса и значением ее основного параметра, дисперсии годовых приращений глобальной температуры, построен прогноз температур на перспективу до 2100 г. На рис. 1 показана сумма указанного прогноза и прогноза IPCC по «среднему» сценарию эмиссии парниковых газов.

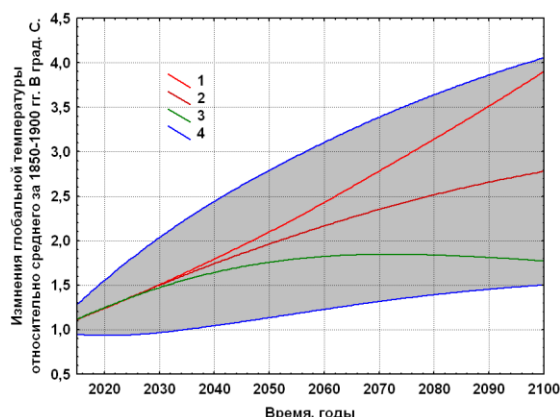


Рисунок 1 – Прогнозы глобальной температуры МГЭИК (AR6..., 2023): «максимальный» (1), «средний» (2), «минимальный» (3). Среднеквадратичные значения отклонений от «среднего» прогноза по IPCC, рассчитанные авторами на основе анализа результатов проекта СМIP-6 и с учетом теории К.Хассельманна – (4)

Из рисунка видно, что диапазон неопределенности прогноза авторов (вследствие естественных изменений климата, описываемых теорией Хассельманна), существенно превышает диапазон неопределенности из-за расхождений между сценариями эмиссии парниковых газов и должен, следовательно, учитываться в дальнейших исследованиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке темы № FMWZ-2022-0001 Государственного задания ИВП РАН.

Список использованной литературы:

Dobrovolski S.G. Stochastic climate theory. Models and applications. – Heidelberg et al.: Springer, 2000. – 282 p.

Hasselmann K. Stochastic climate models. Part I. Theory // Tellus. – 1976. – Vol. 28. – P. 481–497.

AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 // IPCC: website. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle> (access date: 24.04.2024).

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ГОДОВОГО ХОДА СРЕДНЕМЕСЯЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ

Добролюбов Н.Ю., Семенов С.М.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю. А. Израэля»,
г. Москва, Россия

ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва, Россия
dobronik@yandex.ru

Получены оценки трендов отклонений среднемесячных значений температуры от среднегодового значения для климатического периода 1981–2010 гг. Расчеты производились глобально в узлах пространственной сетки $1^\circ \times 1^\circ$ на основе данных реанализа NOAA-CIRES-DOE 20th Century Reanalysis V3. Выявлены локации, в которых тренды статистически значимы.

Для исследования применена аддитивная статистическая модель, описывающая как направленное, так и случайное изменение среднегодовой температуры и отклонений среднемесячных температур от среднегодового значения. Значение среднемесячной температуры X_{ij} представлено в виде:

$$X_{ij} = (a + \alpha t_i) + \xi_i + (b_j + \beta_j t_i) + \eta_{i,j} \quad ,$$

где i – порядковый номер года t_i в рассматриваемом временном промежутке; j – порядковый номер месяца, в календарном году; $(a + \alpha t_i)$ – математическое ожидание значения среднегодовой температуры в год t_i ; ξ_i – реализация центрированной случайной величины, моделирующей её ненаправленную изменчивость; $(b_j + \beta_j t_i)$ – математическое ожидание систематического отклонения в год t_i среднемесячного значения температуры j -го месяца ($1 \leq j \leq J = 12$) от математического ожидания среднегодового значения (параметр годового хода); η_{ij} – реализация центрированной случайной величины η_j , моделирующей его ненаправленную изменчивость. Параметр α описывает тренд среднегодовой температуры, а параметры β_j – тренды параметров годового хода, исследование которых и является целью работы.

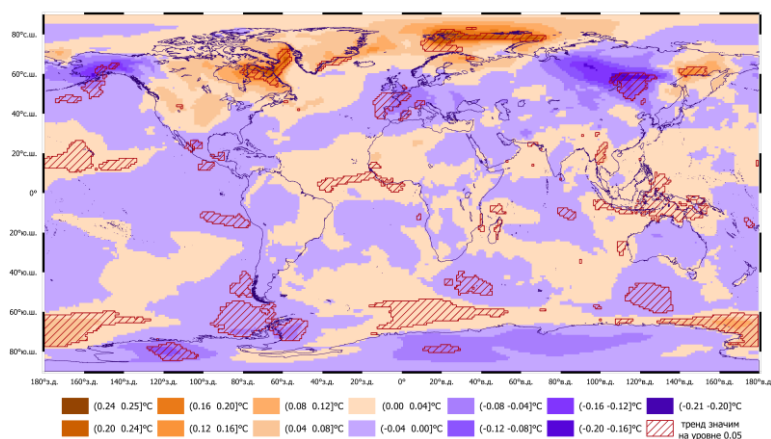


Рисунок 1 – Пространственное распределение параметра β_{12} (декабрь); области, где тренд статистически значим, отмечены штриховкой

Список использованной литературы:

Монин А. С., Шишков Ю. А. Климат как проблема физики // Успехи физических наук. – 2000. – Т. 170, № 4. – С. 419–445.

Семенов С., Добролюбов Н. Классификация точек земной поверхности, основанная на свойствах годового хода переменных, характеризующих состояние приповерхностного слоя // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2024. – № 10(1). – С. 93–108. DOI 10.21513/2410-8758-2024-1-93-108.

**ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ШТОРМЫ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ В
КОНТЕКСТЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЕТРО-ВОЛНОВЫХ
АНОМАЛИЙ В РЕГИОНЕ**

Евстигнеев В.П.¹, Наумова В.А.², Воронцов А.А.³

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, Россия

vald_e@rambler.ru

Штормовое волнение на море является главным фактором негативного влияния на прибрежную инфраструктуру, которое приводит к нарушению деятельности морских портов, эрозии береговой линии и разрушению прибрежных гидротехнических сооружений. Изучение штормов имеет критическое значение для разработки мер по смягчению их воздействия, а исследование закономерностей многолетней изменчивости характеристик волнения позволяет адаптировать планы развития приморских регионов с учетом наблюдаемых климатических тенденций.

В течение последних десятилетий Черноморский регион пережил несколько интенсивных штормов, приведших к значительным экономическому, материальному и экологическому ущербу. Последнее событие такого рода произошло в 25–27 ноября 2023 года, повлекшее существенные разрушения на южном берегу Крыма и Кавказском побережье Черного моря. В ранних работах (Polosky et al., 2014) была выявлена мультideкадная изменчивость ветро-волновых аномалий в северной части Черного моря, являющаяся проявлением крупномасштабных процессов в система «океан-атмосферы». В настоящей работе выполнена ревизия результатов предыдущих исследований на основе более длительного периода наблюдений 1954–2023 год и с включением данных по Кавказскому побережью. Установлено, что шторм в ноябре 2023 года не относится к числу самых экстремальных штормов в регионе. Выполнен анализ характеристик волнения и синоптической ситуации 10 наиболее экстремальных штормов (критерий экстремальности – наблюдаемое превышение штормовых высот волн 6 м) за 70-ти летний период наблюдений. Даны рекомендации по учету нестационарности ветро-волнового климата в регионе при климатологическом обеспечении инженерных изысканий в прибрежной зоне.

Список использованной литературы:

Polosky A., Evstigneev V., Naumova V., Voskresenskaya E. Low-frequency variability of storms in the northern Black Sea and associated processes in the ocean-atmosphere system // Reg. Environ. Change. –2014. – Vol.14, No.5. – P.1861–1871. – DOI 10.1007/s10113-013-0546-z.

**АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МЕЗОМАШТАБНОЙ МОДЕЛИ WRF
С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ**

Егоркин А.А., Журавский В.Ю.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
egorkin1974@yandex.ru

Целью настоящей работы был ретроспективный анализ модели WRF (Skamarock et al., 2008) с различными схемами микрофизики подстилающей поверхности (Chen, Dudhia, 2001) и влияние этих схем параметризации на результаты моделирования основных климатических параметров.

В качестве входных данных использовался реанализ ERA-5 за 2023 год. Модель была настроена с пространственным разрешением 30x30 км. В качестве данных для сравнения использовались станционные данные RP5 по г. Севастополь и Херсонесскому маяку. Результаты статистического сравнения между данными станционного наблюдения по температуре и данными результата моделирования WRF представлены на таблице 1:

Таблица 1 – Статистическое сравнение между станционными данными RP5 и результатом моделирования WRF по температуре с учетом различных схем микрофизики

Севастополь					Херсонесский маяк			
Параметры физики планетарного пограничного слоя	mae	rmse	r2	correl	mae	rmse	r2	correl
Yonsei University Scheme (YSU)	1,3	1,68	0,95	0,98	1,23	1,64	0,95	0,98
Mellor–Yamada–Janjic Scheme (MYJ)	1,43	1,82	0,95	0,98	1,51	1,97	0,93	0,97
NCEP Global Forecast System Scheme	1,56	2,02	0,93	0,98	1,23	1,63	0,95	0,98
Quasi–normal Scale Elimination (QNSE) Scheme	1,33	1,68	0,95	0,98	1,6	2,1	0,92	0,96
Mellor–Yamada Nakanishi Niino (MYNN) Level 2.5	1,39	1,78	0,95	0,98	1,23	1,64	0,95	0,98
Mellor–Yamada Nakanishi Niino (MYNN) Level 2.5 and Level 3	1,36	1,75	0,95	0,98	1,23	1,64	0,95	0,98
Asymmetric Convection Model 2 Scheme (ACM2)	1,66	2,14	0,92	0,97	1,22	1,61	0,95	0,98
Bougeault–Lacarrere Scheme (BouLac)	1,35	1,76	0,95	0,98	1,23	1,64	0,95	0,98

Список использованной литературы

Chen F., Dudhia J. Coupling an Advanced Land Surface-Hydrology Model with the Weather Research and Forecasting Model // Geophysical Research Letters. – 2001. – Vol. 28(1). – P. 251–254.

Skamarock W. C., Klemp J. B., Dudhia J., Gill D. O., Barker D.M., Duda M. G., Huang X.-Y., Wang W., Powers J. G. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. – University Corporation for Atmospheric Research, 2008. – 113 p. – DOI 10.5065/D68S4MVH.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОЛНИЕВОЙ
АКТИВНОСТИ В РЕГИОНАХ АРКТИКИ**

Жаринова Э.А., Нечепуренко О.Е., Пустовалов К.Н.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
zharinova.ella@mail.ru

Опасные природные явления, особенно конвективного генезиса, являются предметом пристального изучения научных коллективов многих стран мира. Одним из таких явлений представляется молния.

В виду изменения физических и циркуляционных процессов над Арктикой, многими исследователями было отмечено увеличение молниевой активности в данном регионе (Иннокентьев, 2019; Тарабукина, 2021).

Исходя из этого, целью данной работы являлась оценка пространственно-временной вариации молниевых разрядов в Арктическом секторе РФ по данным Всемирной сети локализации молниевых разрядов (WWLLN) и сети метеорологических наблюдений (ВНИИГМИ-МЦД) за 2016–2021 гг.

Для изучения пространственного распределения молниевых разрядов в качестве исходных материалов были использованы базы данных ЕСИМО (<http://esimo.ru/portal/>) и ВНИИГМИ-МЦД со срочными наблюдениями атмосферных явлений, наблюдавшимися на отдельных станциях (20 метеостанций) и ежедневные данные о количестве разрядов молнии в землю, зарегистрированные грозопеленгационной системой WWLLN (6 датчиков).

Для исследования была рассмотрена территория Арктического сектора РФ с диапазоном координат: 60–85° с. ш., 30–170° в. д. Для анализа была выбрана территория не только суши, но и прилегающая к ней береговая линия, а также морская территория Северного Ледовитого океана.

Суммарное количество молниевых разрядов в год варьируется от 1255 (2018 г.) до 3143 (2021 г.). Можно предположить, что при увеличении периода наблюдений годовая изменчивость молниевых разрядов будет иметь цикличность, обусловленную солнечной активностью с длительностью около 11 лет.

Наиболее часто грозы фиксировались в летний сезон года (июнь, июль, август) однако на отдельных станциях зарегистрированы грозы в холодный период. Сезонная изменчивость количества дней с грозой в Арктическом секторе РФ обуславливается прогревом суши и океана, близостью метеостанций к территориям прохождения океанических течений (Гольфстрим), а также физико-географическими особенностями отдельных станций.

Датчики WWLLN в среднем по всем станциям фиксируют 63% от общего числа дней с грозой, это согласовывается с данными наблюдателей.

В Арктическом секторе РФ единичные разряды составляют 24% от общего количества случаев. Это показывает, что грозопеленгационная система датчиков WWLLN позволяет фиксировать короткоимпульсные разряды и пригодна в качестве дополнительного источника информации о грозах слабой интенсивности в Северных широтах.

Список использованной литературы:

Иннокентьев Д. Е., Тарабукина Л. Д., Козлов В. И. Оценка параметров молний в течение развития грозы в Якутии // Распространение радиоволн: труды XXVI Всероссийской открытой научной конференции. II Том. – 2019. – С. 592–595.

Тарабукина Л. Д., Козлов В. И., Иннокентьев Д. Е. Анализ 11-летней динамики пространственного распределения плотности молний в Северной Азии // Вест. КРАУНЦ. Физ.-мат. Науки. – 2021. – №1. – С.159–173.

**ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КРЫМУ**

Капустин А.В., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С.

Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия
kaps4000@mail.ru

На основе алгоритма поиска точек бифуркации во временных рядах приземной среднегодовой температуры воздуха проанализирована тенденция ее изменения за период 1971–2023 гг. в двух городах Крымского полуострова: Симферополь и Ялта. Полученные результаты сравниваются с аналогичными данными для Керчи. Применение алгоритма к временным рядам среднегодовых значений температуры позволило обнаружить моменты смены скорости роста температуры.

Для оценки тенденции изменения среднегодовой температуры воздуха на Крымском полуострове (Симферополь и Ялта) и в городе Керчь за период 1971–2023 гг. можно применить полиномиальные временные тренды разных степеней: от 1 до 3 степени.

При использовании в качестве временного тренда полиномов первой степени показывает приблизительно одинаковую скорость роста температуры. Однако использование полиномов 3-ей степени показывает, что на разных участках временного ряда поведение температуры заметно отличается: с приблизительно 1993 г. происходит заметный рост скорости увеличения среднегодовой температуры воздуха. Такая особенность временной изменчивости среднегодовой температуры воздуха указывает на необходимость более подробного ее изучения. Далее это будет сделано с использованием методики, изложенной в приведенных ниже работах (Восканян, 2021; Кузнецов, 2019; Кузнецов, 2019).

В основе использованного алгоритма лежит определение положения точки бифуркации на основе сравнения между собой соседних отрезков временного ряда и их математической модели. В качестве таких моделей могут использоваться полиномы разных степеней (начиная с нулевой). При таком способе каждая степень полинома определяет геометрическую форму отрезков временного ряда от одной точки бифуркации до другой. В данной работе используются полиномы от 1-й до 3-ей степени.

Анализируя полученные результаты можно констатировать, что смена характера потепления в обоих случаях приходится на 1984 год. Однако если скорость роста среднегодовой температуры в Ялте практически не изменилась, то для Симферополя и Керчи она после 1984 года стала заметно выше. Интересно, что алгоритм нашел момент смены трендов в 1984 году, что близко к 1979 году – к моменту начала потепления, которое развивалось практически на всем северном полушарии (Малинин, 2018).

Список использованной литературы:

Восканян К. Л., Иванова Т. И., Кузнецов А. Д., Никитина В. С., Сероухова О. С., Симакина Т. Е. Оценка климатической стабильности в северной части европейской территории РФ // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Дни Арктики в Санкт-Петербурге-2021: Международное сотрудничество в эпоху изменения климата», Санкт-Петербург, 25–26 ноября 2021 г.

Кузнецов А. Д., Сероухова О. С., Симакина Т. Е. Влияние метрик на определение точек бифуркации во временных рядах метеорологических величин // Гидрометеорология и экология (Ученые записки РГГМУ). – СПб: изд-во РГГМУ, 2019. – № 59. – С. 28–42.

Кузнецов А. Д., Саенко А. Г., Сероухова О. С., Симакина Т. Е. Алгоритмы поиска момента смены тренда во временных рядах метеорологических величин // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Прикладная математика». – 2019. – № 3. – С. 74–89.

Малинин В. Н. О причинах первого потепления Арктики в XX столетии / В. Н. Малинин, П. А. Вайновский // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2018. – № 53. – С. 34–55.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ
НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ В 21-СТОЛЕТИИ**

Касландзия Н.Д.¹, Ахсалба А.К.²

¹Абхазский Государственный Университет, г. Сухум, Республика Абхазия

²Институт экологии Академии Наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия
nestikkas@mail.ru, asida_cen@mail.ru

В свете происходящих глобальных изменений территория любого региона подвержена комплексному воздействию десятков опасных природных явлений, развитие и негативное проявление которых в виде катастроф и стихийных бедствий ежегодно наносит огромный материальный ущерб и приводит к человеческим жертвам (Ахсалба и др., 2019). В исследуемых регионах в настоящее время главными опасными явлениями считают очень высокие температуры воздуха, усиление ветрового режима и экстремальные значения атмосферных осадков (Экба и др., 2021а, Экба и др., 2021б). В результате проведенного исследования на современных данных метеорологических наблюдений рассмотрена пространственно-временная изменчивость влажностного режима на территории Абхазии. Выявлено, что в исследуемом регионе, продолжительность экстремальных явлений с положительными аномалиями экстремальных явлений растет. Так распределение многолетней среднегодовых сумм осадков имеет положительный тренд. Максимальная годовая сумма осадков выпало в 2016 г., составило 3493 мм. Относительно периода 1991–2023 гг. годовые суммы осадков за рассматриваемый период увеличились более 300 мм. В приморской зоне Абхазии в летние месяцы выявлена большая изменчивость осадков при весьма ограниченном их количестве приводит к возникновению засухи, когда число дней без осадков составляет 25–27 дней, вследствие, чего создаются неблагоприятные условия для нормального развития растений, а урожай полевых культур снижается или гибнет. В последние десятилетия на Черноморском побережье наблюдается усиления западного переноса и связанного с ним увеличения количества осадков (прежде всего в весенний и осенний периоды), следствием чего является усиление паводков на реках, наводнения и активизация склоновых процессов в указанные сезоны года.

Список использованной литературы:

Ахсалба А. К., Евстигнеев В. П., Экба Я. А. Статистический расчет экстремальных характеристик режима осадков на побережье Абхазии и Краснодарского края // «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий»: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 20–24 мая 2019 г., Республика Адыгея, г. Майкоп. Часть 1. – Майкоп: Изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2019. – С.56–62.

Экба Я. А., Ахсалба А. К., Марандиди С. И., Корсантия А. З. Трансформация атмосферных осадков на территории Абхазии в связи с региональным потеплением климата. Материалы Всероссийской открытой конференция по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. – Нальчик, «Принт Центр», 2021а. – С. 460–464.

Экба Я. А., Ахсалба А. К., Хинтуба Л. В. Глобальные и региональные (Абхазия) проявления парникового эффекта в атмосфере и на поверхности Земли // Материалы XI всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». – М.: ИИЕТ РАН, 2021б. – Том XI. – С 493–498.

АНАЛИЗ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КАК ФАКТОРА ПИРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Кузнецова В.П.

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень, Россия
 ver597@yandex.ru

Современное изменение климата способно приводить к усилению пирогенной опасности и неблагоприятным экологическим последствиям природной среды. Очевидна необходимость оценки физико-географических факторов природных пожаров на юге Западной Сибири (на примере юга Тюменской области) в изменяющихся климатических условиях.

В докладе будут изложены результаты анализа многолетнего хода среднегодовой температуры воздуха, суммы атмосферных осадков, относительной влажности воздуха и высоты снежного покрова по метеостанциям г. Тюмень, г. Ишим за 1988–2023 гг. (ВНИИГМИ – МЦД). Полученные результаты позволяют определить особенности климатических и погодных условий юга Тюменской области, что необходимо учитывать при исследовании пирогенной опасности. Анализ многолетних рядов температуры воздуха свидетельствует о тенденции повышения средней годовой температуры воздуха в период за 1988–2023 гг. на территории юга Тюменской области. Наблюдается тенденция уменьшения суммы годовых осадков (рисунок 1, 2).

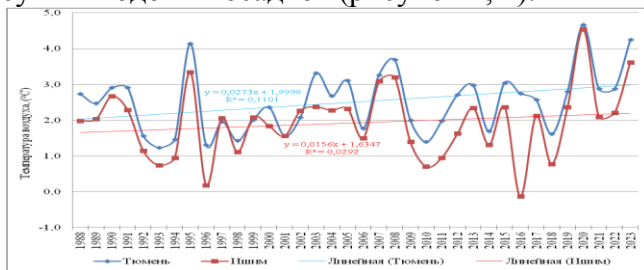


Рисунок 1 – Среднегодовая температура воздуха (°C) за 1988–2023 гг.

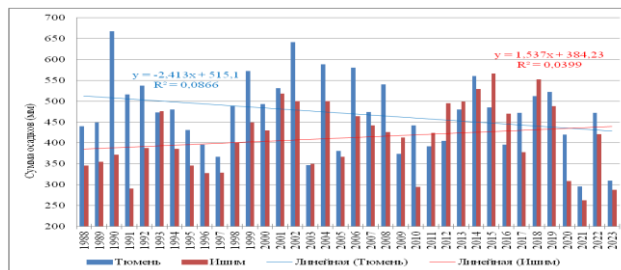


Рисунок 2 – Количество осадков (мм) за 1988–2023 гг.

За исследуемый многолетний период можно наблюдать тенденцию уменьшения средней высоты снежного покрова. В ходе анализа физико-географических факторов пирогенной опасности, вычислены значения гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова за пожароопасный период с апреля по октябрь 2021 и 2023 гг. по данным метеорологических станций г. Тюмень и г. Ишим (<https://rp5.ru/>). Аномально теплая погода без осадков в мае и недобор осадков в июне месяце на фоне высоких температур воздуха привели к повышению класса пожарной опасности в лесах. Сложные условия с пожарами также обусловлены периодами аномально жаркой погоды (Доклады..., 2021, 2023).

Согласно материалам докладов об экологической ситуации в Тюменской области, грозы являются одной из причин возникновения природных пожаров. В ходе исследования произведен анализ количества дней с грозами по данным архивов погоды метеостанций Тюмень и Ишим за 2005–2023 гг. (<https://rp5.ru/>). Выявлено, что период дней с грозами на юге Тюменской области длится с апреля по сентябрь. Проведен территориальный анализ количества, площадей лесных пожаров и продолжительность пожароопасных сезонов за несколько последних лет.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00354, <https://rscf.ru/project/24-27-00354/>.

Список использованной литературы:

Доклады об экологической ситуации в Тюменской области в 2021, 2023 годах. – URL: https://admtumen.ru/files/upload/OIV/D_nedro (дата обращения: 11.07.2024).

Мониторинг устойчивого развития лесных экосистем в меняющемся климате: монография / Э. Г. Коломыц; под ред. Б. И. Кочурова. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 540 с. – DOI 10.12737/2056726.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПОПУЛЯЦИЮ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ НА ОСТРОВЕ ВРАНГЕЛЯ

Лазарева А.И., Марчукова О.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия
Stud0000277410@study.utmn.ru

Глобальное потепление – одна из самых серьезных экологических проблем современности, последствия которого наблюдаются во всех уголках планеты, включая Арктику, где обитает белый медведь. Остров Врангеля, расположенный в Северном Ледовитом океане, является важной средой обитания для этого вида. Глобальное потепление – это сложный феномен, который оказывает огромное влияние на жизнь животных. Понимание того, как изменения климата влияют на различные виды, позволяет нам разработать стратегии по сохранению биоразнообразия.

Остров Врангеля, как и вся Арктика, является индикатором глобальных изменений климата. Он славится своим уникальным биоразнообразием, являясь убежищем для редких видов растений и животных. Это уникальный пример арктической экосистемы, жизнь которой тесно связана с климатом и естественными циклами. Из-за повышения температуры на планете фиксируются сокращение ледников, что приводит к повышению уровня моря и воздействует на всю экосистему острова.

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы изучить влияние изменения климата на популяцию белого медведя за последние три десятилетия (с 2008 по 2023 гг.) на Острове Врангеля.

В ходе исследования была сформирована годовая база данных встречаемости белого медведя на территории исследования за период с 2008 по 2023 гг. по источникам Летописей Природы. Линейные тренды годовой изменчивости температуры воздуха и количества белого медведя имеют положительные значения. В среднем температура воздуха каждый год увеличивается $0,07^{\circ}\text{C}$, а ежегодный прирост медведей в среднем составляет 6 особей в год (рис. 1). По результатам корреляционного анализа было выявлено, что между ростом температуры воздуха и количеством белого медведя существует значимая заметная положительная связь ($r=0,55$). На основе этого был сделан вывод, что из-за сокращения площади льда белый медведь чаще стал высаживаться на Остров Врангеля.

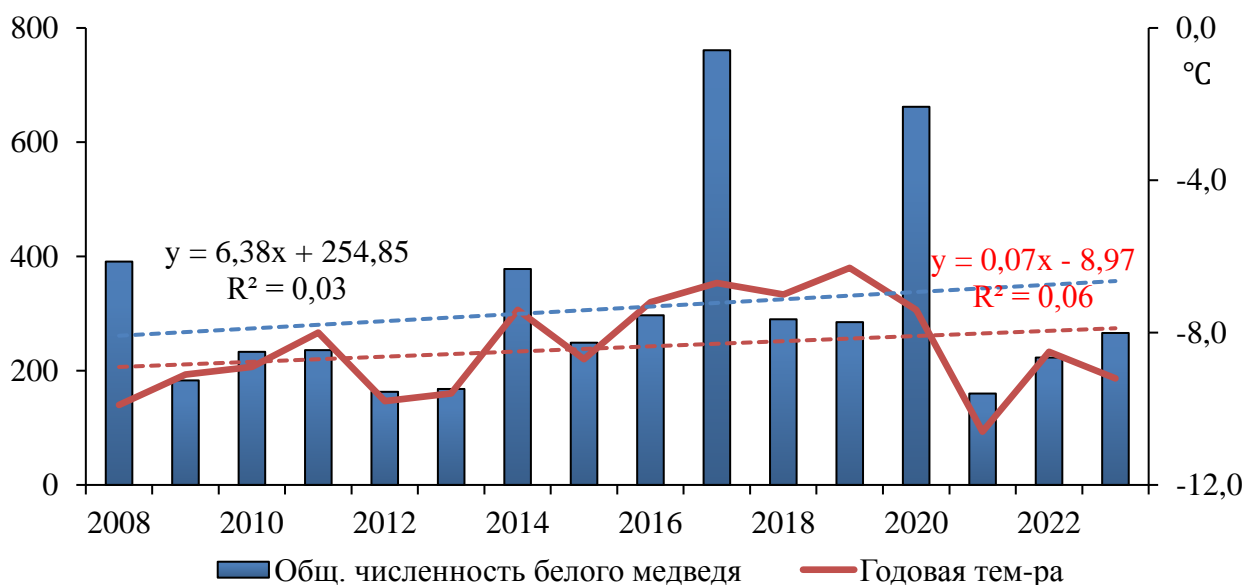


Рисунок 1 – Годовая изменчивость температуры воздуха (красная линия), количества белого медведя (синие столбцы) и их линейные тренды с 2008 по 2023 гг. на Острове Врангеля

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЯВЛЕНИЙ ЭЛЬ-НИНЬО И ЛА-НИНЬЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ С МИРОВЫМ ОПЫТОМ

Лубков А.С., Воскресенская Е.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
andrey-ls2015@yandex.ru

Эль-Ниньо и Ла-Нинья – важнейшие глобальные климатические явления межгодового масштаба в системе океан-атмосфера экваториальной зоны Тихого океана, которые обуславливают формирование катастрофических аномалий климата и окружающей среды в разных регионах Земного шара в виде засух, наводнений, пожаров, а также приводят к возникновению колоссальных социальных и экономических проблем. События Эль-Ниньо и Ла-Нинья являются эпизодами климатического процесса Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК).

Современные динамические и статистические модели многочисленных мировых климатических центров, применяемые для прогноза состояния ЭНЮК в рамках проектов Всемирной метеорологической организации, ограничены весенним порогом предсказуемости, а их эффективная заблаговременность равна 6–12 месяцам. При этом уточнение типа событий ЭНЮК ограничено буквально несколькими месяцами.

Острый интерес среди ученых вызвала возможность применения глубокого обучения, которая стала доступна с появлением идеи использования данных климатического моделирования CMIP5 и CMIP6, предложенной в работе (Ham et al., 2019). Способности моделей с применением глубокого обучения оказались заметно лучше по сравнению с гидродинамическими и статистическими моделями. Однако у такого подхода есть несколько недостатков. Во-первых, использование данных CMIP5/6 для обучения потенциально ограничивает возможности моделирования некоторым пределом точности, который не удастся преодолеть, не заменив входные данные климатических моделей на оперативные данные. Во-вторых, во всех рассматриваемых нейросетевых моделях в качестве входного параметра используется теплосодержание океана на глубине до 300м. Оперативность обновления океанических реанализов равна 1-2 месяцам, следовательно, прогноз будет всегда запаздывать на такой же срок.

В исследовании (Лубков и др., 2023) нами было предложено использовать модель на основе искусственных нейронных сетей, предикторами которой являются климатические индексы, полученные из массивов данных атмосферного реанализа NCEP/NCAR и реконструкций температуры поверхности океана COBESST2. В модели реализован авторский метод совместного применения нейронных сетей, больших массивов данных и их предварительной обработки, а используемые базы данных обновляются со скоростью 2-3 дня, что делает прогноз такой модели своевременным.

В представляемой работе проведена сравнительная оценка нашей модели из (Лубков и др., 2023) с современными динамическими и статистическими моделями. Наша модель обладает минимальной чувствительностью к весеннему порогу предсказуемости, что позволяет получить эффективную продолжительность прогноза, равную 22 месяцам. Этот результат на 4 месяца превосходит способности нейросетевых моделей, основанных на алгоритмах глубокого обучения, и на 10–16 месяцев – способности динамических и статистических моделей.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ государственной регистрации 124013000609-2).

Список использованной литературы:

Лубков А. С., Воскресенская Е. Н., Марчукова О. В. Новый подход к использованию нейронных сетей для долгосрочного прогноза Эль-Ниньо и Ла-Нинья // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2023. – Т. 9, № 4. – С. 432–466. – DOI 10.21513/2410-8758-2023-4-432-466.

Ham Y.-G., Kim J.-H., Luo J.-J. Deep learning for multi-year ENSO forecasts // *Nature*. – 2019. – Vol. 573. – P. 568–572. – DOI 10.1038/s41586-019-1559-7.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМА

Лубков А.С., Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н., Щодро А.Е.
ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
andrey-ls2015@yandex.ru

Катастрофические ситуации последних лет – в июне 2021 г. в районе Ялты и в январе 2024 г. в Севастополе – связанные с обильными осадками, подъемом уровня воды в реках и образованием селевых потоков, в очередной раз показали необходимость заблаговременного прогноза событий с экстремальными осадками на территории Крыма для своевременного реагирования и минимизации экономических потерь. Район горного Крыма с его сложным рельефом и большими уклонами особенно подвержен возникновению опасных ситуаций после прохождения обильных (часто многодневных) дождей.

В данной работе на основе многолетних данных наблюдений при использовании метода искусственной нейронных сетей (НС) рассмотрена возможность прогнозирования случаев экстремальных атмосферных осадков как причины размыва русел рек и обрушения склонов.

В работе использованы ежедневные данные атмосферных осадков с метеостанции Ай-Петри за период 1950–2020 гг. и данные по Севастополю за период 1950–2024 гг. Метеостанция Ай-Петри выбрана для анализа, поскольку и река Черная, и реки Ялты берут свое начало со склонов и подножия Ай-Петринской яйлы.

В качестве критерия опасного явления выбран порог осадков в 40 мм за 3 последовательных дня. Каждое такое явление считалось независимой гидрологической ситуацией, и обучение системы искусственного интеллекта проводилось именно на основе регистрации таких явлений. Рассмотрена ситуация катастрофического паводка на р. Черной в январе 2024 г., обусловленная выпавшими в течение трех дней экстремальными осадками в Севастопольском регионе.

Для прогнозирования случаев с экстремальными осадками использована разработанная авторами модель на основе нейронной сети (Лубков и др., 2022).

Исследование возможности прогнозирования экстремальных осадков в горном Крыму с использованием разработанной авторами модели искусственной НС показало следующее: все аномальные месяцы, когда повторялись ≥ 3 случаев превышения порога 40 мм осадков за 3 последовательных дня, были спрогнозированы верно с заблаговременностью от ≥ 3 мес. на контрольной выборке. 10 из 14 мес., когда наблюдалось 2 случая превышения порога 40 мм осадков за 3 последовательных дня, были успешно спрогнозированы с заблаговременностью от 3 мес. Коэффициент корреляции и заблаговременность прогноза имеют обратную связь. Коэффициент корреляции убывает, а RMSE/ σ возрастает на контрольной выборке по мере удаления от тестовой выборки, что говорит о нестационарности модели. Отсюда возникает необходимость актуализации данных обучающей контрольной выборки пересчетом на последующие 5 лет (Лубков и др., 2024).

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ госрегистрации 124013000609-2).

Список использованной литературы:

Лубков А. С., Воскресенская Е. Н., Сухонос О. Ю. Прогноз выпадения осадков в районе Ай-Петри на основе модели искусственной нейронной сети // Водные ресурсы. – 2022. – Т. 49. – № 4. – С. 517–526.

Лубков А. С., Вышкваркова Е. В., Воскресенская Е. Н., Щодро А. Е. К вопросу о прогнозировании катастрофических паводков на территории Крыма // Водные ресурсы. – 2024. – № 6.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ
ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО И ВНЕДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА НА НАЦИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

*Лытов В.М.^{1,2}, Трофименко Ю.В.², Гинзбург В.А.¹, Якубович А.Н.², Шелмаков С.В.²,
Деянов Д.А.², Шашина Е.В.², Зеленова М.С.¹, Зайнулин С.М.¹*

¹ФБГУ «ИГКЭ», г. Москва, Россия

²ФГБОУ ВО МАДИ, г. Москва, Россия

vladislav_lytoff@igce.ru

Задача о разработке транспортной модели для оценки выбросов парниковых газов (ПГ) по восходящему подходу (метод уровня 3 согласно МГЭИК, 2006) на национальном уровне была выполнена в рамках проекта ВИП ГЗ¹. Для оценки выбросов ПГ по 3 уровню необходима детализированная информация о структуре автомобильного и внедорожного парка Российской Федерации по ряду параметров, таких как экологические классы (нормы), виды потребляемого топлива, возраст, удельные нормы расхода топлива, годовые пробеги (моточасы) и др. в соответствии с национальными условиями эксплуатации.

Большинство из этих параметров ранее в Национальном кадастре принимались по умолчанию или на основании экспертных оценок. Базы данных Росстата, ГИБДД МВД России, Минтранса России, Автостата не содержат обобщенной и систематизированной детальной информацией для оценки выбросов ПГ по 3 уровню всего для необходимого временного диапазона выбросов ПГ – 1990–2022 гг.

Доказано, что один из методов машинного обучения (метод множественной линейной регрессии) можно использовать для восстановления статистической информации (исходных данных) в отдельные годы в период 1990–2022г.г., а также анализа достоверности и неопределенности итоговых значений ПГ автомобильным и внедорожным транспортом в рассматриваемом временном интервале.

С использованием разработанной методики выявлены устойчивые корреляционные зависимости с показателями, используемыми для оценки выбросов ПГ и газов-прекурсоров автомобильным и внедорожным транспортом. Оценены показатели качества полученных уравнений множественной линейной регрессии (коэффициент детерминации, стандартная ошибка, уровень значимости регрессионной модели, средняя ошибка в границах и за границами построения модели и др.)

Использование «Транспортной модели» повышает прозрачность расчетов выбросов парниковых газов в Национальном кадастре и способствует лучшему пониманию основных факторов, влияющих на изменение выбросов. Важным результатом данной работы является уточнение и дополнительная проверка (верификация) статистических данных по потреблению моторного топлива автотранспортной и внедорожной техникой в отдельные годы согласно топливно-энергетическому балансу РФ (ТЭБ).

Наиболее явные отклонения между данными ТЭБ и модельными оценками относятся к 2014 и 2015 гг. для потребления дизельного топлива автомобильным транспортом (отличие на –15,1% и –27,65% соответственно). Для дорожно-строительных машин в 2016 и 2017 потребление дизельного топлива отличается на –61,00% и 62,50% соответственно.

По предварительным результатам, значения валовых выбросов парниковых газов внедорожным транспортом в период с 1990 до 2010 гг. уменьшаются с 56,67 млн т CO₂-экв. до 29,93 млн т CO₂-экв., т.е. в 1,9 раза. В следующее десятилетие (до 2020 г.) значения приведённых выбросов парниковых газов находятся в диапазоне 22,9...27,1 млн т CO₂-экв. Динамика выбросов основных парниковых газов автомобильным транспортом сохраняется примерно такой же как динамика потребления моторного топлива – снижение с 165 млн т до 75 млн т (1990–2000 гг.), рост до 165 млн т (2015 г.) и снижение до 150 млн т в 2021 г.

¹ Важнейший инновационный проект государственного значения, Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 г. №3240-р «Об утверждении инновационного проекта «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ»

ИЗМЕНЕНИЕ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В ЧЕРНОМОРСКО-СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

Маслова В.Н., Воскресенская Е.Н.

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

veronika_maslova@mail.ru

Комплексное исследование закономерностей пространственно-временных изменений аномалий циклонической активности разной интенсивности в Черноморско-Средиземноморском регионе проведено на основе расчетов основных параметров циклонов, выделенных по данным о поле геопотенциала из массива NCEP/NCAR. В результате, приведены и проанализированы количественные оценки долговременных изменений и межгодовой-междесятилетней изменчивости интенсивной циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе. Представлены схемы формирования аномалий циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе в связи со сменой фаз межгодовых и междесятилетних климатических процессов над Атлантико-Европейским сектором. Оценены отклики восточных и центральных типов событий Эль-Ниньо и Ла-Нинья в частоте интенсивных циклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе. Получен успешный сезонный прогноз с заблаговременностью до 6 месяцев среднемесячной частоты интенсивных циклонов с использованием модели искусственных нейронных сетей, в которой предикторами служит набор индексов климатических сигналов. Получены региональные оценки изменения циклонической активности в середине и конце XXI по ансамблю моделей CMIP6 в сценариях со средним (SSP2-4.5) и наибольшим (SSP5-8.5) уровнем выбросов парниковых газов. Показана связь положения глубоких циклонов с разными типами штормов в северной части Черного моря, получены количественные оценки межгодовой-междесятилетней климатической изменчивости урожайности агрокультур и биоклиматической привлекательности курортов юга России.

**ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЗЕРАВШАН (УЗБЕКИСТАН)**

Мирзоев В.А., Гайдукова Е.В.

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия
vagif1976@mail.ru

Изменения климата представляют собой одну из самых серьезных угроз для экосистем и человеческой деятельности в современном мире. Глобальное потепление и связанные с ним климатические изменения оказывают значительное влияние на различные регионы, включая специфические бассейны рек. В данном исследовании анализируются изменения климата и окружающей среды в бассейне реки Зеравшан, который находится в Центральной Азии и представляет собой важный водный ресурс для нескольких стран региона – Таджикистана, Узбекистана и Афганистана. Региональные климатические изменения в этой области имеют значительное значение для экосистем и населения.

Рассмотрим основные последствия изменения климата в бассейне реки Зеравшан.

– Таяние ледников. Ледники в бассейне реки Зеравшан, как и в других частях Центральной Азии, испытывают значительное таяние. Это влияет на режим стока рек, которые имеют ледниковое питание.

– Изменение режима осадков. В регионе наблюдается изменения в сезонных осадках, что ведет к увеличению частоты экстремальных засух и наводнений. Эти изменения негативно сказываются на сельском хозяйстве и водоснабжении.

– Изменение температуры. Температурные изменения сказываются на водном балансе и приводят к изменению растительности и сокращению биоразнообразия в регионе.

Изменения климата в бассейне реки Зеравшан имеют прямое влияние на ресурсы и население региона. Изменение режима стока реки влияет на водоснабжение, сельское хозяйство и энергетические ресурсы. Изменения в режиме осадков и температуре оказывают влияние на урожайность и устойчивость сельскохозяйственных культур.

Изменения климата могут усугубить существующие социальные и экономические проблемы в регионе, такие как нехватка воды и продовольственная безопасность.

Глобальные и региональные изменения климата оказывают значительное влияние на окружающую среду и ресурсы, особенно в таких чувствительных регионах, как бассейн реки Зеравшан. Понимание этих изменений и разработка адаптационных стратегий являются необходимыми для минимизации негативных последствий и обеспечения устойчивого развития региона (Gaidukova, Mirzoev et al., 2024). Дальнейшие исследования и мониторинг изменений климата помогут в разработке эффективных мер по адаптации и смягчению последствий.

Список использованной литературы:

Gaidukova E., Mirzoev V., Lukas R., Victorova N. On the issue of forecasting the runoff of mountain rivers in Uzbekistan // Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Energy, Ecology and Earth Science (ESDCA-IV-2024): IV International scientific and practical conference, Smolensk, March 11–14, 2024. E3S Web of Conferences. LES ULIS, 2024. – P. 3026. – DOI 10.1051/e3sconf/202451003026.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО И ЛАГРАНЖЕВА МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ВОД ЛОФОТЕНСКОГО ВИХРЯ

Новоселова Е.В.^{1,2}, Файман П.А.³, Дидов А.А.^{2,3}, Будянский М.В.^{2,3},

Белоненко Т.В.², Улейский М.Ю.³

¹ Научный Фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена», г. Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

³ Тихоокеанский океанологический институт имени В. И. Ильичёва ДВО РАН,
г. Владивосток, Россия

novoselovaa.elena@gmail.com

Лофотенский вихрь – это антициклонический квазипостоянный вихрь, который расположен в центре одноимённой котловины. Он представляет собой линзу теплой соленой воды на глубинах от 300 до 1000 м с горизонтальным масштабом до 100 км. Устойчивость Лофотенского вихря обеспечивается двумя факторами. Во-первых, это происходит за счёт слияния с другими антициклонами, которые образуются в результате бароклинной неустойчивости Норвежского течения. Во-вторых, этому может способствовать осенне-зимняя конвекция.

Мы использовали гидродинамическую модель ROMS высокого пространственного разрешения для моделирования циркуляции Лофотенской котловины. В качестве основного рабочего периода использовался временной промежуток с середины сентября до середины октября 2008 г., когда наблюдался явно выраженный антициклонический вихрь в области исследования.

Для исследования динамики вод Лофотенского вихря мы воспользовались лагранжевыми методами и рассчитали траектории пассивных маркеров, адвектируемых смоделированным в ROMS полем скорости. Мы рассмотрели два горизонта 50 и 400 м. Первый горизонт – это верхний квазиоднородный слой, а второй – это середина ядра Лофотенского вихря. В каждый момент времени мы окружали центр вихря окружностями с различными радиусами.

Мы проследили за эволюцией отрезка, который состоит из набора лагранжевых маркеров и пересекает Лофотенский вихрь через его центр в начальный момент времени. Было отмечено, что маркеры, которые первоначально находились в ядре вихря, и маркеры на его периферии ведут себя по-разному. Расположенные в ядре маркеры перемещаются по замкнутым траекториям с угловой скоростью, зависящей от расстояния до центра вихря. Маркеры, которые изначально находятся на периферии, образуют множество складок и завитушек причудливой формы, входя и выходя из вихря. Мы называем этот процесс «вентиляцией вихря».

Далее мы определили время, в течение которого каждая из частиц впервые пересекает окружность и покидает пределы Лофотенского вихря. Выявлено, что вынесение маркеров за пределы окружности происходит не равномерно во времени, а порционно. С течением времени число маркеров, имитирующих ядро вихря в начальный момент времени, постепенно становится все меньше, и внутри окружности они замещаются маркерами из внешней среды. В процессе эволюции вихря существуют промежутки времени, во время которых практически все маркеры остаются внутри окружности. Эти промежутки могут составлять до нескольких суток.

Моделирование в ROMS-модели было проведено при поддержке гранта СПбГУ № 116442164. Трёхмерное моделирование траекторий лагранжевых маркеров и статистический анализ удаления частиц из вихря были выполнены при поддержке гранта РФФИ № 24-77-00063.

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)**

Носкова Е.В., Вахнина И.Л.

ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН»,
г. Чита, Россия
elena-noskova-2011@mail.ru

Одним из значимых глобальных вызовов XXI века является потепление климата, которое оказывает значительное воздействие на природную среду и сказывается на многих отраслях экономики. Для территории Забайкальского края рост среднегодовых приземных температур воздуха за 1976–2022 гг. составил 1,8°C (0,37°C/10 лет). За этот период наибольшее повышение температуры отмечалось весной. Если рассматривать среднемесячные значения, то достоверное увеличение выявлено для всех месяцев с февраля по сентябрь с максимальными значениями в марте. За анализируемый период можно выделить три временных интервала с разной скоростью роста температуры воздуха (1976–1995, 1996–2010 и 2011–2022 гг.) (Носкова, Вахнина, 2024а). Наибольшим увеличением (0,98°C/10 лет) характеризовались 2011–2022 гг., а за 1996–2010 гг. среднегодовая температура воздуха в среднем по краю не повышалась. По сезонам и месяцам за выделенные интервалы изменения происходили неравномерно. В среднем по краю за последние 47 лет характерно значимое увеличение продолжительности периодов с температурами воздуха выше 0, 5, 10 и 15°C, что связано с более ранними сроками их наступления весной. Более поздний переход осенью значимо проявляется для 5, 10 и 15°C (Носкова, Вахнина, 2022; Носкова, Вахнина, 2023). Также отмечается увеличение продолжительности периода без заморозков. Это обусловлено тем, что последние заморозки стали наблюдаться раньше, а первые – позже. Возросло число дней с температурой воздуха выше 10°C и сумма этих температур (Носкова, Вахнина, Рахманова, 2019). Потепление привело к повышению климатических норм за 30-летние периоды, завершающиеся годом, оканчивающимся нулем (1971–2000, 1981–2010, 1991–2020 и т. д.), среднегодовые значения которых с каждым последующим периодом на 0,3–0,4°C выше, чем в предыдущем (Носкова, Вахнина, 2024б).

Список использованной литературы:

Носкова Е. В., Вахнина И. Л. Изменение температурного режима в Забайкальском крае за 1976–2021 гг. и его возможные последствия для экономики региона // Метеорология и гидрология. – 2024а. – № 10. – С. 124–131. – DOI 10.52002/0130-2906-2024-10-124-131.

Носкова Е. В., Вахнина И. Л. Устойчивые переходы температуры воздуха в весенний и осенний периоды в Восточном Забайкалье // Геосферные исследования. – 2022. – № 3. – С. 148–161. – DOI 10.17223/25421379/24/10.

Носкова Е. В., Вахнина И. Л. Анализ современных пространственно-временных изменений температуры воздуха в Забайкальском крае // Географический вестник. – 2023. – № 1(64). – С. 116–126. – DOI 10.17072/2079-7877-2023-1-116-126.

Носкова Е. В., Вахнина И. Л., Рахманова Н. В. Суммы активных температур воздуха (выше 10°C) на территории Забайкальского края // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 11. – С. 148–153.

Носкова Е. В., Вахнина И. Л. Анализ климатических норм в Забайкальском крае // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2024б. – Т. 47. – С. 31–42. – DOI 10.26516/2073-3402.2024.47.31.

**ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ЗАСУШЛИВОСТИ ПРАВОБЕРЕЖНЫХ
РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ормели Е.И., Перелыгина Ю.М.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия
ulia2755@gmail.com

Саратовская область является одним из крупнейших сельскохозяйственных регионов России, однако находясь в зоне недостаточного увлажнения и рискованного земледелия, необходим своевременный мониторинг тенденций гидротермических условий. Одним из основных негативных факторов, влияющих на сельскохозяйственное производство региона, является ежегодная повторяемость засух разной интенсивности. В основу оценки степени засушливости Правобережья Саратовской области положены архивные метеорологические данные (Архив погоды) месячного разрешения (температура воздуха, сумма осадков, дефицит насыщения) по пяти метеостанциям: м/с Хвалынский, м/с Балашов, м/с Саратов, м/с Сплавнуха, м/с Петровск за период с 2011 по 2022 гг. Для количественного мониторинга степени увлажнения территории были рассчитаны гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова и годовой индекс коэффициента увлажнения Д. И. Шашко. В условиях регионального потепления климата наблюдается увеличение продолжительности летнего сезона за счет раннего перехода среднесуточной температуры воздуха через 10°C весной и более позднего её перехода осенью (Пряхина, 2018). На западе и северо-западе региона (Балашов, Петровск) продолжительность летнего сезона составила 162 дня, в центральной части (Саратов, Сплавнуха) и на севере (Хвалынский) – 173 дня. В среднем в летние месяцы температура воздуха повысилась на 0,5–1,0°C, а сумма осадков сократилась на 10–40 мм. В табл. 1 представлена повторяемость засух в Правобережных районах области по рассчитанным данным ГТК.

Таблица 1 – Повторяемость атмосферных засух на территории Правобережья Саратовской области

Станция	Повторяемость засух ГТК				
	Очень сильная засуха класс 1	Сильная засуха класс 2	Средняя засуха класс 3	Слабая засуха класс 4	Отсутствие засухи класс 5
Балашов	–	–	1	4	7
Хвалынский	–	1	4	1	6
Саратов	–	–	4	4	4
Петровск	–	–	1	2	9
Сплавнуха	–	3	2	2	5

В Балашове и Петровске преобладают засухи слабой интенсивности, а в 70% случаев отмечается их отсутствие. На севере области (м/с Хвалынский) и в центральной части региона (м/с Саратов) повторяемость засух средней интенсивности увеличивается до 50%. Сильная засуха наблюдалась в 2015 г. на м/с Хвалынский, и в 2011 г., 2012 г., 2014 г. – на м/с Сплавнуха.

Список использованной литературы:

Архив среднемесячных значений температуры воздуха и осадков по станциям Саратовской области // Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных: сайт. – URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 05.01.2024).

Пряхина С. И. Ормели Е. И. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая Серия. Серия: Науки о Земле. – 2018. – Т. 18, вып. 4. – С. 243–247.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ИНДЕКСА АРИДНОСТИ В БАССЕЙНЕ НИЖНЕГО ДОНА

Парфенова А.В., Кулыгин В.В.

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН»,
г. Ростов-на-Дону, Россия
annparfenowa@mail.ru

В бассейне нижнего Дона сочетание антропогенных и природных факторов способствует развитию процессов аридизации. Вследствие продолжающегося маловодного периода (с 2007 г. по настоящее время) данная проблема становится актуальной. Источниками многолетних рядов метеоданных стали данные 6 станций (Богородицкое-Фенино, Валуйки, Чертково, Цимлянск, Ростов-на-Дону, Гигант, Ремонтное) из архивов ВНИИГМИ-МЦД за период 1966–2020 гг.

В работе использовался индекс аридности P/PET (World..., 1997):

$$AI (P/PET) = P/E_0, \quad (1)$$

где P – величина осадков за год (месяц) (мм), E_0 – опорная эвапотранспирация (мм).

Испаряемость за месяц рассчитывается по формуле (Иванов, 1954):

$$E_0 = 0,0018(25 + T)^2(100 - a), \quad (2)$$

где T – среднемесячная температура воздуха (°C), a – среднемесячная относительная влажность (%).

С помощью индекса P/PET засушливые земли можно классифицировать на 5 подтипов: экстрааридные, аридные, семиаридные, сухие субгумидные и полусухие субгумидные. Индекс аридности P/PET на территории бассейна нижнего Дона показал уменьшение значений, причем для южных метеостанций этот тренд более выражен. Осредненная картина позволяет выделить на территории бассейна 4 зоны (рисунок 1): нормальная (21377 км², 10%), полусухая субгумидная (45522 км², 22%), сухая субгумидная (103958 км², 50%) и семиаридная (35376 км², 17%). Были выделены 3 периода, самый продолжительный из которых – период роста (1977–2005 гг.), а также два периода падения (1966–1976 гг. и 2006–2020 гг.). Последний свидетельствует об увеличении засушливости климата в бассейне нижнего Дона в этот период.



Рисунок 1 – Средний индекс аридности AI (P/PET) в бассейне нижнего Дона за период 1966–2020 гг.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта ГЗ 122013100131-9.

Список использованной литературы:

Иванов Н. Н. Об определении величин испаряемости // Изв. ВГО. – 1954. – Т. 86, № 2. – С. 189–196.

World Atlas of Desertification 2nd ed. / Eds. M. Thomas and N. Middleton. – New York: Arnold, London & Wiley, 1997. – 182 p.

УСЛОВИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШКВАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ АБХАЗИИ

Пачулия Э.В.¹, Экба Я.А.^{1,2}

¹Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия,

²Институт экологии АНА, г. Сухум, Абхазия

Существенное уточнение прогнозов шквалов осуществляется за счет использования радиолокационных и спутниковых данных, а в последнее время и за счет гидродинамических прогнозов базовых метеорологических полей. Однако практически все существующие методы прогноза шквалов имеют недостаточно высокие показатели качества прогнозирования. В оперативной практике отсутствуют методы прогнозирования катастрофических шквалов.

В связи с вышесказанным можно утверждать, что любое новое исследование шквалов и разработка методов их прогноза является как важной задачей для практики, так и актуальным научным исследованием.

За период исследования с 1999 по 2023 гг. было отмечено 457 случаев шквалов. Были отмечены максимумы и минимумы, на диаграмме мы видим, что максимум приходится на январь и апрель, а минимум на июнь, июль и август.

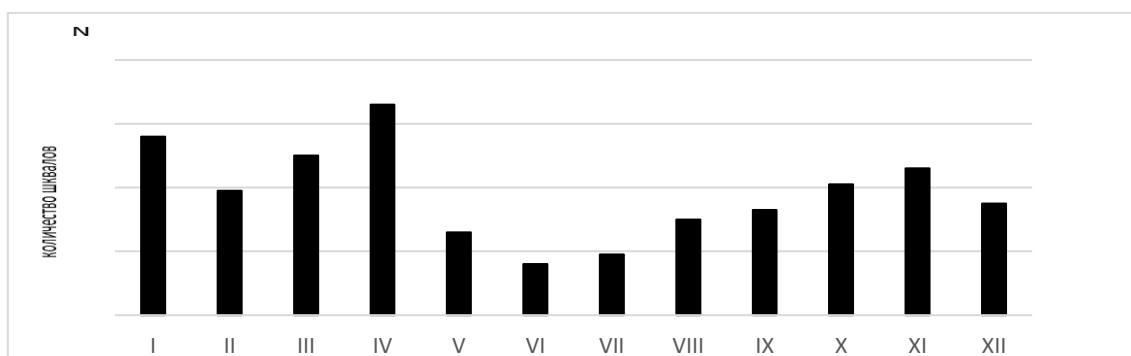


Рисунок 1 – Распределение шквалов по месяцам за период с 1999 по 2023 гг.

В апреле за исследуемый период отмечалось самое большое количество всех случаев шквалов. Данное опасное явление формировалось в полях пониженного атмосферного давления (985–1006 ГПа) при температуре воздуха у земли от 7 до 24°C. Прохождение шквала сопровождалось ливнями. Апрельские шквалы любопытны с точки зрения их формирования. В начале апреля конвекция не так развита, как в летние месяцы, поскольку подстилающая поверхность только начинает прогреваться. Кроме того, контрасты температуры в зоне фронта, необходимые для образования шквала, в этот период возможны лишь при встрече арктической воздушной массы с тропическим воздухом, что происходит при расположении фронта в глубокой меридионально ориентированной ложбине.

В июне зарегистрировано минимум всех случаев шквалов. Шквалы сформировались в основном в области низкого давления (979–1012 ГПа) при температуре воздуха у земли от 15,0 до 29,4°C и сопровождалась грозами и ливневым дождем. Преобладающее большинство случаев шквалов отмечалось при прохождении динамически значимого холодного фронта.

Исследование влияния атмосферной циркуляции на ветровой режим на территории Абхазии выявило четкую взаимосвязь между атмосферными процессами и характеристиками ветровых явлений в регионе. Анализ атмосферной циркуляции позволил выделить основные периоды активности, влияющие на интенсивность и направление ветров.

Список использованной литературы:

Алексеев А. А. Метод прогноза сильных шквалов // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 9. – С. 5–15.

Экба Я. А., Ахсалба А. К. Физическая экология атмосферы. – Сухум: «Академия», 2018. – 431 с.

**ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭМИССИИ МЕТАНА И ЕГО РОЛЬ
В ДОСТИЖЕНИИ ОСНОВНОЙ ЦЕЛИ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ.
ОБЩИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ**

Пекарникова М.Е.^{1,2}, Валиуллина К.Б.²

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

²Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
pekarnikowa@mail.ru

Вследствие глобального характера проблемы изменений климата и последствий таких изменения, эффективное ее решение возможно только путем объединения усилий всего мирового сообщества и согласования совместных действий по контролю над антропогенной эмиссией различных парниковых газов (ПГ). В докладе проанализировано текущее состояние правового регулирования эмиссии метана, основного из короткоживущих ПГ и второго по значимости ПГ в странах, отвечающих за основную долю суммарных выбросов CH₄ в контексте Парижского соглашения по климату и Глобального соглашения по метану (GMP). Особая роль первоочередного сокращения эмиссии метана является прямым следствием двух следующих обстоятельств:

- время «жизни» метана в атмосфере составляет около 10 лет, что более чем на порядок меньше времени жизни CO₂; в связи с этим именно сокращение эмиссии CH₄ позволит достичь значимого сокращения скорости роста приземной температуры воздуха антропогенного происхождения уже в краткосрочной перспективе (т.е. на протяжении следующих 10–20 лет);

- сокращение выбросов метана – единственный естественный и эффективный способ предотвращения резкой интенсификации глобального потепления антропогенного характера при введении в действие более чистых технологий, уменьшающих выбросы аэрозолей, способствующих охлаждению нижних слоев атмосферы.

Вклад различных стран в общую эмиссию метана свидетельствует о том, что основная доля выбросов метана (до более, чем 61–63%) приходится на первые 12–15 стран (если считать ЕС в качестве единого эмитента). При этом, на долю Китая, США, Индии, России, Бразилии, стран ЕС, Индонезии, Ирана, Мексики, Австралии, Саудовской Аравии, Канады, ЮАР, Турции, Японии приходится около 63,5% общих выбросов метана. Китай, США, Индия, Россия и Бразилия в сумме отвечают примерно за 36% общей эмиссии метана. Таким образом, достаточно проанализировать правовые аспекты ограничения эмиссии метана в основных странах, расположенных в порядке убывания их вклада в эмиссию метана, для того, чтобы прийти к определенным выводам о реалистичности достижимости главной цели Парижского соглашения. В настоящем докладе проанализированы основные факты, характеризующие общемировую динамику выбросов метана, а также проведен общий анализ GMP и его эффективности. Показано, что Парижское соглашение, которое является главным нормативным правовым актом, призванным ограничивать рост глобальной температуры 1,5–2 градусами по сравнению с доиндустриальным периодом, требует совершенствования законодательного сопровождения ограничения эмиссии метана в основных эмитентах CH₄. Констатировано, что GMP, является важнейшим документом, призванным оценить необходимые объемы сокращения эмиссии метана с целью достижения основной цели Парижского соглашения по климату 2015 года.

Основной вывод сводится к тому, что Метановая хартия более эффективно способствовала бы достижению основной цели Парижского соглашения по климату и задачам устойчивого развития современной цивилизации, если бы к ней присоединились все основные страны-эмитенты, и в ней предусматривались бы юридически обязывающие нормы по отношению к участникам GMP в случае невыполнения ими достигнутых договоренностей.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ госрегистрации 124020100120-9).

ДОЛГОПЕРИОДНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КАЗАНИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Переведенцев Ю.П., Мирсаева Н.А., Гурьянов В.В., Николаев А.А., Тагиров М.Ш.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
Институт прикладных исследований Академии наук РТ, г. Казань, Россия
ypereved@kpfu.ru

В 2024 г. в нашей стране отмечается 190-летие образования Гидрометеорологической службы России, созданной в 1834 г. по проекту разработанного профессором Казанского университета А.Я. Купфером.

Регулярные метеорологические наблюдения в Казани ведут свой отсчет с января 1812 г., с момента образования при Казанском университете по инициативе профессора Ф.К. Броннера Метеорологической обсерватории (МО). По давности непрерывных наблюдений она занимает 3-ье место в России (в Санкт-Петербург регулярные наблюдения начались с 1743 г., а в Москве с 1799 г.).

Многолетние ряды подвергались статистической обработке. Находились средние значения, средние квадратические отклонения, коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ), вклад линейного тренда в дисперсию температуры. Было выделено шесть 30-и летних периодов: 1841–1870, 1871–1900, 1931–1960, 1961–1990, 1991–2020 гг.

Как и следовало ожидать, за весь период наибольшее повышение температуры произошло в самом холодном месяце года – в январе (на 4,8°C), в июле (самом жарком месяце года) рост ТВ составил лишь 1,4°C. Заключительное тридцатилетие (1991–2020 гг.) оказалось заметно теплее всех предыдущих во все месяцы.

Сравнение многолетнего хода аномалий приземной температуры воздуха, рассчитанных от нормы базового периода 1961–1990 гг., по данным ст. Казань, университет и всего Северного полушария (данные CRU), показывает, что в обоих случаях, согласно линейному тренду, наблюдается потепление климата в целом за год и по сезонам. Однако кривая низкочастотной компоненты температуры показывает, что годовое потепление в Казани началась в 1946 г., летнее с 1980 г., зимнее с 1968 г. и продолжается в настоящее время.

Для оценки влияния климатических изменений, происходящих в Северном полушарии, рассчитывались коэффициенты корреляции между ТВ ст. Казань, университет и приповерхностной температурой воздуха суши Северного полушария за 1850–2021 гг. Наиболее тесные связи устанавливаются для зимнего периода (в январе $r = 0,68$). Величина коэффициента детерминации R^2 (%) показывает вклад процессов Северного полушария в локальные изменения ТВ в Казани. Так, годовой вклад достигает 63%, летом 27% и зимой 43%.

Совместный анализ многолетнего хода индексов циркуляции NAO, AO, EAWR, SCAND для зимы и лета в период 1950–2021 гг. и аномалий температуры в Казани показал на согласованный характер их изменения, что свидетельствует о значительной роли атмосферной циркуляции в формировании температурных аномалий.

Анализ рассчитанных 27 индексов экстремальности климата, рекомендованных ВМО, для периода 1980–2022 гг. показал, что в Казани четко прослеживается тенденция сокращения числа дней с обледенением, количества морозных дней и увеличения продолжительности теплого периода, числа летних дней. Вместе с тем уменьшается годовое количество осадков, количество дней с экстремальными осадками и т.д. Растет засушливость климата в летний период.

Для оценки динамики биоклимата Казани в период 1940–2021 гг. анализировался универсальный индекс теплового комфорта UTCI. Выявлена тенденция роста значения UTCI в январе на 5,2°C (выход показателя из зоны очень сильного холодового стресса в зону сильного), в июле индекс повысился с 17,5°C до 20°C. Межгодовые колебания индекса значительны. В целом биоклиматические условия в регионе улучшаются.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ МЕЖГОДОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ОСАДКОВ НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ПО ДАННЫМ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТА CMIP6

Полонский А.Б., Сухонос П.А.

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

apolonsky5@mail.ru

В последнее время достигнут существенный прогресс в многомодельном подходе к численному моделированию изменения климата. Однако оценки климатических параметров на региональных масштабах всё ещё требуют уточнения. Осадки – наиболее неопределённый оценочный параметр и важный с точки зрения влияния на гидрологический режим морских регионов. В настоящей работе оценивается качество воспроизведения межгодовых изменений осадков над Чёрным морем (40–48° с. ш., 26–42° в. д.) по данным 173 реализаций моделей проекта CMIP6 (Climate..., 2024) по сравнению с данными реанализа ERA5 (Hersbach et al., 2020) в исторический период. Для этого рассчитаны коэффициенты ранговой корреляции Спирмена межгодовых изменений осадков по данным отдельных реализаций моделей и данным реанализа во все месяцы года в 1959–2022 гг. Получены следующие результаты.

В январе коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализации ens0 модели AWI-CM-1-1-MR и реанализа составляет 0,32.

В феврале коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens5 (ens3) моделей CNRM-CM6-1 f2 (GISS-E2-1-G p3) и реанализа равен 0,31 (0,30).

В марте коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens1 (ens2) моделей EC-Earth3 (MIROC6) и реанализа составляет 0,31 (0,31).

В апреле коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens5 (ens8 / ens13) моделей IPSL-CM6A-LR (CanESM5 p1 / CanESM5 p2) равен 0,30 (0,31 / 0,34).

В мае коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализации ens0 модели CAMS-CSM1-0 и реанализа составляет 0,35.

В июне коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens2 (ens3) моделей CanESM5 p1 (EC-Earth3-Veg) равен 0,32 (0,40).

В июле коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens0 (ens1) моделей CMCC-CM2-SR5 (FIO-ESM-2-0) и реанализа составляет 0,33 (0,30).

В августе коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens7 (ens3) моделей CanESM5 p2 (UKESM1-0-LL f2) равен 0,39 (0,30).

В сентябре коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens1 (ens2) модели ACCESS-CM2 составляет 0,43 (0,32). Отметим, что эта модель не корректно воспроизводит сезонный ход осадков над Чёрным морем. В этом месяце коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализаций ens10 (ens0 / ens5) модели CanESM5 p2 (CanESM5-CanOE p2 / CESM2) равен 0,31 (0,31 / 0,34).

В октябре коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализации ens7 модели CanESM5 p2 и реанализа составляет 0,36.

В ноябре коэффициент корреляции межгодовых изменений осадков по данным реализации ens11 (ens10) модели CanESM5 p1 (IPSL-CM6A-LR) и реанализа равен 0,30 (0,31).

В декабре значимых на уровне доверия 95% коэффициентов корреляции не обнаружено.

Из 173 реализаций моделей проекта CMIP6 только 23 удовлетворительно воспроизводят межгодовые изменения осадков над Чёрным морем в исторический период. При этом в период с июня по октябрь указанные модели занижают величины осадков. Это может быть связано с неадекватной параметризацией конвективных осадков в большинстве моделей проекта CMIP6.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Climate Explorer: website. – URL: <https://climexp.knmi.nl/> (access date: 12.03.2024).

Hersbach H., Bell B., Berrisford P., Hirahara S. et al. The ERA5 global reanalysis // *Quar. J. of the Royal Meteor. Soc.* – 2020. – Vol. 146, No. 730. – P. 1999–2049. – DOI 10.1002/qj.3803.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СЕЗОННОГО ЦИКЛА ОСАДКОВ НАД ЧЁРНЫМ МОРЕМ ПО ДАННЫМ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТА СМIP6

Полонский А.Б., Сухонос П.А.

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

apolonsky5@mail.ru

Численное моделирование – один из основных инструментов для изучения климата и его возможных изменений в будущем. Однако в условиях многомодельного подхода отбор моделей, способных реалистично воспроизводить климат (особенно в регионах с большой неоднородностью подстилающей поверхности), становится особенно актуальным. Данная работа посвящена оценке качества воспроизведения сезонного хода осадков над Чёрным морем (40–48° с. ш., 26–42° в. д.) по данным 36 моделей из международного проекта Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) (Eyring et al., 2016). Для сравнения с модельными результатами за период 1959–2022 гг. привлекались данные реанализа ERA5 (Hersbach et al., 2020).

Проведенный анализ позволил разбить модели проекта CMIP6 по их способности воспроизводить сезонный ход осадков над Чёрным морем на следующие 7 групп:

– модели, некорректно воспроизводящие сезонный цикл региональных осадков: ACCESS-CM2 и ACCESS-ESM1-5;

– модели, удовлетворительно воспроизводящие величины осадков в зимний сезон и занижающие величины осадков летом, что приводит к занижению среднегодовых величин осадков: AWI-CM-1-1-MR, CAMS-CSM1-0, CanESM5-p1, CanESM5-p2, CanESM5-CanOE p2, CESM2, CESM2-WACCM, CMCC-CM2-SR5, EC-Earth3, EC-Earth3-Veg, FIO-ESM-2-0, HadGEM3-GC31-LL f3, INM-CM4-8, INM-CM5-0, IPSL-CM6A-LR, KACE-1-0-G, NESM3, NorESM2-MM и UKESM1-0-LL f2;

– модели, завышающие величины осадков в зимний сезон и занижающие величины осадков летом, что приводит к удовлетворительному воспроизведению среднегодовых величин осадков: BCC-CSM2-MR, MIROC6, MPI-ESM1-2-HR, MPI-ESM1-2-LR, MRI-ESM2-0 и NorESM2-LM;

– модели, занижающие величины осадков и зимой, и летом, что приводит к существенному занижению среднегодовых величин осадков: CNRM-ESM2-1 f2, FGOALS-f3-L и FGOALS-g3;

– модель, завышающая величины осадков в зимний сезон почти в 2 раза и удовлетворительно воспроизводящая величины осадков летом, что приводит к значительному завышению среднегодовых величин осадков: MIROC-ES2L f2;

– модели, удовлетворительно воспроизводящие сезонный ход и среднегодовые величины осадков, но значимо занижающие или завышающие величины осадков в отдельные месяцы года: CNRM-CM6-1 f2 и GFDL-ESM4;

– модели, хорошо воспроизводящие сезонный цикл и, как следствие, среднегодовые величины осадков: CNRM-CM6-1-HR f2, GFDL-CM4 и GISS-E2-1-G p3.

Большинство моделей проекта CMIP6 неудовлетворительно воспроизводит климатический сезонный ход осадков над Чёрным морем. В целом, результаты моделирования зимних осадков лучше согласуются с данными реанализа ERA5, чем летних. Это свидетельствует о неадекватной параметризации конвективных осадков в большинстве моделей проекта CMIP6. Поэтому использование мультимодельного осреднения по всему массиву CMIP6 при проведении сценарных оценок осадков над Чёрным морем нецелесообразно.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Eyring V., Bony S., Meehl G. A., Senior C. A., Stevens B., Stouffer R. J., Taylor K. E. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization // *Geosci. Model Dev.* – 2016. – Vol. 9. – P. 1937–1958.

Hersbach H., Bell B., Berrisford P., Hirahara S. et al. The ERA5 global reanalysis // *Quar. J. of the Royal Meteor. Soc.* – 2020. – Vol. 146, No. 730. – P. 1999–2049. – DOI 10.1002/qj.3803.

ЭСКАЛАЦИЯ СОКРАЩЕНИЯ ВОДНО-ЛЕДОВЫХ РЕСУРСОВ КАВКАЗА: МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Поповнин В.В.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия
begemotina81@gmail.com

Распространённая точка зрения об ускорении деградации оледенения Земли в эпоху глобальных перемен зачастую лишена объективной аргументации. Единственным источником достоверных данных служит система прямого мониторинга самого информативного показателя эволюции ледников – их баланса массы. Однако объекты такого мониторинга единичны. Во всём мире их насчитывается лишь несколько десятков. Самым изученным ледником России является ледник Джанкуат на Кавказе, чей уникальный ряд измерений приходного и расходного компонентов баланса массы (аккумуляции и абляции) продолжается без перерывов вот уже 57 лет – с 1967/68 г. Всемирная служба мониторинга ледников включила его в десятку опорных ледников Земли. Современная эволюция его водно-ледовых ресурсов полагается репрезентативной для горной системы Кавказа в целом.

Несмотря на однозначное господство за более чем полувековой интервал времени отрицательных значений годового баланса (т.е. превышения расхода вещества над приходом), сокращение ледника Джанкуат шло неравномерно. Умеренные темпы деградации в XX в. включали и 10-15-летний отрезок (со второй половины 1980-х гг.) относительного улучшения его состояния, когда преобладали положительные значения баланса, а фронт ледника временно стабилизировался. Однако с наступлением XXI в. фиксируется явный перелом в его эволюции – возобновившаяся деградация по своей скорости стала поистине беспрецедентной в масштабе всей регрессивной фазы после кульминации малого ледникового периода в 1850-х гг. Мало того, что ускорилось сокращение физической площади Джанкуата (с 3,234 до 2,505 км², т.е. на 22% за 50 лет), а отступление его фронта составило за весь период наблюдений с 1968 г. уже 557 м, но после 2004/05 г. в последующих 19 сезонах баланс массы ни разу не принимал положительного значения (беспрецедентный случай за полтора столетия, судя по реконструкции с 1871 г.). Если до 2004/05 г. среднее значение баланса составляло –97 мм вод.экв. в год, то впоследствии до наших дней среднегодовая убыль возросла в 8 раз. В целом же за 57 лет общие потери вещества уже составили почти 19 м в слое воды.

Такая динамика обязана собой тому, что даже на фоне явной тенденции зимнего снегонакопления к росту, наблюдающейся уже свыше полувека, абляция ледника в летнее время также неуклонно возрастает по модулю, перевешивая по своему балансовому эффекту позитивный тренд аккумуляции. Впрочем, некоторым наметившимся исключением выглядят последние 7-8 лет, когда рост снежности зим в гляциальном поясе несколько ускорился, а темпы как усиления абляции, так и роста чистой убыли массы несколько замедлились. Иными словами, наметились признаки не ускорения, а наоборот, замедления убыли массы. Таким образом, в десятилетнем масштабе времени мнение об эскалации сокращения запасов льда пока не оправдывается. Правда, колебания баланса массы всё равно остаются в области отрицательных значений.

Важной представляется выявленная стойкая тенденция к росту обмена ледника (т.е. суммы аккумуляции и абляции, взятой по модулю), прослеживающаяся в течение всего многолетнего периода мониторинга с 1967/68 г. Этот показатель интенсивности круговорота вещества в гляциальном поясе служит косвенным индикатором ослабления в масштабе последних десятилетий свойств континентальности климата кавказского высокогорья, но является ли обнаруженная закономерность интенсификации массообмена ледника локальным или региональным свойством, пока остаётся неясным.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 22-17-00133).

**ПРОГНОЗ ОБРАЗОВАНИЯ НОВЫХ ПРОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОЗЁР
ПО МЕРЕ ОТСТУПАНИЯ ЛЕДНИКОВ ЭЛЬБРУСА В XXI ВЕКЕ**

Постникова Т.Н.¹, Рыбак О.О.^{1,2,4}, Губанов А.С.³, Зеколлари Х.^{5,6}, Хусс М.^{6,7,8}

¹Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³Географический факультет, МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

⁴Earth System Science and Department of Geography, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium

⁵Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW), ETH Zürich, Zürich, Switzerland

⁶Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL),
Birmensdorf, Switzerland

⁸Department of Geosciences, University of Fribourg, Fribourg, Switzerland
tasinidze@gmail.com

Эльбрус – высочайшая вершина Европы (5642 м), ныне спящий вулкан, покрытый тридцатью ледниками. Ожидаемое отступление фронтов ледников приведет к формированию прогляциальных озёр в локальных депрессиях ложа, которые были идентифицированы ранее (Лаврентьев и др., 2020). Нами было определено наиболее вероятное время их образования и уточнены их характеристики. Кроме того, было спрогнозировано время и место образования областей погребенного под мореной мертвого льда, которые в определенных обстоятельствах будут подпруживать озёра, увеличивая, тем самым, вероятность их прорыва. Прогноз был подтверждён на примере озёр, уже образованных в XXI веке (Докукин и др., 2022).

Для проведения данного исследования мы спрогнозировали вероятные изменения ледников Эльбруса в соответствии с климатическими сценариями из проекта CMIP6 (SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5) в XXI веке, для чего была использована модель течения ледников вдоль осевой линии GloGEMflow (Zekollari et al., 2019) со встроенным в нее блоком эволюции моренного покрова. В ней процессы энергообмена и динамики ледников описываются в упрощенной форме. Это является причиной неизбежной неопределенности в прогностических расчетах характеристик оледенения. Однако с ростом заблаговременности прогнозов всё возрастающую роль начинает играть разброс в исходных климатических сценариях. Эти вопросы также обсуждаются в настоящем исследовании.

Согласно прогностическим расчетам, к 2100 году ледники на Эльбрусе отступят выше 4000 м н.у.м., и на их месте на Эльбрусе вероятно будет образовано до 17 новых озер. При умеренном потеплении (сценарии SSP1-1.9, SSP1-2.6) возможна стабилизация положения фронтов ледников на высоте 3600–3700 м. При этом на Эльбрусе будет сформировано до 8 озер. Крупнейшие озёра будут образованы в первой половине века независимо от климатического сценария. Самое большое озеро на месте ледового плато Джикиуганкёз, возможно, будет подпружено мореной с погребенной под ней областью мертвого льда толщиной до 60 м предположительно в 2040±10 годах, и вероятно будет представлять значительную селевую опасность ниже по течению р. Малка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 23-27-00050.

Список использованной литературы:

Докукин М. Д., Савернюк Е. А., Беккиев М. Ю., Калов Р. Х., Хаткутов А. В. Эволюция озёр у ледника Джикиуганкёз (Северное Приэльбрусье) в 1957–2020 гг. с учётом подземных каналов стока // Лёд и Снег. – 2022. – Т. 62, № 1. – С. 47–62.

Лаврентьев И. И., Петраков Д. А., Кутузов С. С., Коваленко Н. В., Смирнов А. М. Оценка потенциала развития ледниковых озёр на Центральном Кавказе // Лёд и Снег. – 2020. – Т. 60, № 3. – С. 343–360. – DOI 10.31857/S2076673420030044.

Zekollari H., Huss M., Farinotti D. Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble // The Cryosphere. – 2019. – Vol. 13. – P. 1125–1146.

ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Русинова В.К.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
VeKRusinova@stud.kpfu.ru

В работе рассмотрена пространственно-временная изменчивость приземной температуры воздуха и атмосферных осадков на Европейской территории России. Главное внимание уделено анализу трендов указанных характеристик, что позволило оценить масштабы потепления климата в последние десятилетия. Наблюдается общий тренд на повышение температуры. Наибольшие изменения термического режима происходят в зимние месяцы на северо-западной части рассматриваемой территории (в январе величина коэффициента наклона линейного тренда (КНЛТ) достигает $0,82^{\circ}\text{C}/10$ лет), а наименьшие изменения отмечаются в апреле (КНЛТ= $0,26^{\circ}\text{C}/10$ лет) и ноябре ($0,24^{\circ}\text{C}/10$ лет). Также, наблюдается общая тенденция увеличения числа случаев с положительными аномалиями температуры и снижение числа с отрицательными. Наибольшие изменения годовых сумм атмосферных осадков происходят в январе (величина КНЛТ достигает $1,77$ мм/10 лет) и мае (КНЛТ= $1,79$ мм/10 лет), а наименьшие изменения отмечаются в ноябре (КНЛТ= $-0,32$ мм/10 лет).

Расчеты выполнялись с использованием данных 54 метеорологических станций, расположенных на территории России из фонда ВНИИГМИ-МЦД за 1966–2022 гг. Многолетние ряды исходных данных подвергались статистической обработке – находились средние величины, средние квадратические отклонения (СКО), аномалии температуры воздуха и атмосферных осадков, линейные тренды температуры и осадков на территории России для периодов 1966–2022 и 1991–2020 гг.

В 1966–2022 гг. практически на всей ЕТР происходило потепление климата, которое сопровождалось увеличением годовых сумм осадков. Наибольшие изменения касаются западной и юго-западной части ЕТР. На юге рассматриваемой территории, однако, есть некоторая тенденция на снижение сумм осадков в теплые месяцы. В холодное время года изменение сумм осадков носит меридиональный характер, тогда как в теплое – зональный. Полученные в работе тренды температуры воздуха и атмосферных осадков для центральных месяцев сезонов могут служить дополнением к результатам анализа сезонных трендов этих величин, представленных в (Барцев и др., 2016; Бардин и др., 2020; Доклад ..., 2021).

Список использованной литературы:

Бардин М. Ю., Ранькова Э. Я., Платова Т. В., Самохина О. Ф., Корнева И. А. Современные изменения приземного климата по результатам регулярного мониторинга. // Метеорология и гидрология. – 2020. – №5. – С. 29–45.

Барцев С. Н., Белолипецкий П. В., Дегерменджи А. Г., Иванова Ю. Д., Почкутов А. А., Салтыков М. Ю. Новый взгляд на динамику климата Земли. // Вестник Российской Академии наук. – 2016. – Т. 86, №3. – С. 244–253.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. – М., 2021. – 104 с.

ВЛИЯЕТ ЛИ ПОГОДНЫЙ ШУМ НА МОДЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНОГО БАЛАНСА МАССЫ ГОРНОГО ЛЕДНИКА?

Рыбак О.О.^{1,2}, Рыбак Е.А.²

¹Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

Целью исследования является оценка влияния случайных погодных колебаний (погодного шума) на результаты модельных расчетов компонент поверхностного баланса массы горного ледника. В качестве объекта исследования выбран ледниковый комплекс Эльбруса, представляющий собой совокупность из более, чем двух десятков ледников, общая площадь которых оценивалась в 2017 г. в $112,20 \pm 0,58 \text{ км}^2$ (Kytuzov et al., 2019). Традиционный подход к моделированию баланса массы заключается в использовании метеорологических рядов (инструментальных или полученных в ходе прогностического моделирования климата) в качестве внешнего форсинга. Результаты расчетов, как правило, чувствительны к выбору модельных параметров, и для получения корректных результатов масс-балансовая модель должна быть тщательно откалибрована по данным измерений. В рамках этого подхода обычно игнорируется тот факт, что сами ряды форсинга содержат внутреннюю погодную изменчивость, которая после интегрирования моделью может быть причиной возникновения в рядах рассчитанных компонент баланса массы трендов по типу случайного блуждания или дополнительного разброса в результатах расчетов, не связанных с особенностями самой модели.

Для выполнения соответствующих оценок в модельных расчетах баланса массы были использованы суррогатные (искусственно сгенерированные) ряды температуры приземного воздуха и количества осадков. Ансамбль из 50 таких рядов продолжительностью в 20 модельных лет с суточным временным разрешением был получен с использованием стохастического генератора погоды WGEN (Richardson, Wright, 1984) на основе наблюдаемых рядов на метеостанции Терскол за 1999-2020 гг. В наблюдаемых рядах не было обнаружено статистически значимого линейного тренда. В генераторе WGEN события осадков моделируются марковской цепью первого порядка, а их интенсивность гамма-распределением. Температура воздуха рассчитывается путем подгонки соответствующих распределений и гармонических функций отдельно для модельных дней с осадками и без осадков.

Статистический анализ сгенерированного ансамбля кумулятивных значений (то есть накопленных за период 20 модельных лет) поверхностного баланса массы и его компонент – аккумуляции, таяния, ледникового стока – позволил оценить влияние погодного шума на результаты моделирования.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ИПТС по теме: «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера» (№ госрегистрации 124013000609-2).

Список использованной литературы:

Kutuzov S., Lavrentiev I., Smirnov A. et al. Volume changes of Elbrus glaciers from 1997 to 2017 // *Frontiers in Earth Science*. – 2019. – Vol. 7, No. 153. – DOI 10.3389/feart.2019.00153.

Richardson C. W., Wright D. A. 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. – U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-8. – Washington, D.C, 1984. – 83 p.

**ВЫБОР МОДЕЛЕЙ СМIP6 ДЛЯ АНАЛИЗА
БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА СИБИРИ**

Сафина Р.А., Марчукова О.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

Aivarovna04@gmail.com

Глобальное потепление – это постепенное увеличение температуры поверхности Земли, вызванное в большей степени парниковым эффектом, возникающим из-за парниковых газов: водяной пар (H_2O), углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), озон (O_3), оксид азота (N_2O) и др. Для настоящей работы была взята территория Сибири в пределах границ Природных районов России, которая подразделяется на Западную Сибирь, Среднюю Сибирь, горы Южной Сибири и Северо-Восточную Сибирь.

Вечная мерзлота Сибири покрывает почти две трети территории страны. Глобальное потепление на территории Сибири несет за собой неизбежное оттаивание вечной мерзлоты. Деформируется ландшафт, возрастает риск обрушения построек, происходят ежегодные наводнения, меняются схемы миграций животных, появляется риск исчезновения видов. Ускоренное глобальное потепление несет за собой суровые последствия для всех живых организмов и деятельности людей (Alexandrov et al., 2021).

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы провести верификацию и отбор моделей СМIP6 для температуры воздуха и количества осадков на территории Сибири, опираясь на динамику изменения климата по данным основных метеостанций, охватывающих период измерений с 1940 по 2023 гг. Для этого в работе были проанализированы данные для каждого параметра (температуры воздуха и осадков) с 59 метеостанций, для них рассчитаны величина тренда за 10 лет и коэффициент детерминации. Территория исследования охватывает следующие субъекты РФ: Ханты-мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Свердловская область, Курганская область, Тюменская область, Омская область, Томская область, Новосибирская область, Алтайский край, Республика Алтай, Республика Хакасия, Кемеровская область, Красноярский край, Иркутская область, Республика Бурятия, Республика Якутия, Забайкальский край.

По результатам анализа проведенной верификации в работе будет отобрано несколько моделей, которые правильно воспроизводят показатели линейных трендов для среднемесячной температуры воздуха и количества выпавших осадков на всей территории Сибири. На этой основе будут сделаны выводы, а так же долгосрочный прогноз изменения температуры воздуха и количества осадков к концу XXI века на территории Сибири.

Список использованной литературы:

Alexandrov G. A., Ginzburg V. A., Romanovskaya A. A., Insarov G. E. CMIP6 model projections leave no room for permafrost to persist in Western Siberia under the SSP5-8.5 scenario // Climatic Change. – 2021. – Vol. 169, No. 3-4. – DOI 10.1007/s10584-021-03292-w.

**АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА,
ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР НА РАВНИННОЙ
ЮЖНО-ТАЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Семенова К.А., Волкова Е.С.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия
ksenia_ska@mail.ru

Успешное возделывание сельхозкультур на равнинной южно-таежной территории Западной Сибири зависит от ряда факторов природного характера: подходящие природно-климатические условия, богатые почвы, соответствующие геоморфологические особенности местности и т.д. Наряду с этим существуют неблагоприятные, а порой и опасные, климатические явления, довольно часто наблюдаемые на этой территории. В последнее десятилетие многими исследователями отмечается изменение ряда климатических показателей, оказывающих воздействие на урожайность основных сельхозкультур. Такие изменения имеют как положительные, так и отрицательные последствия. Увеличение продолжительности вегетационного периода позволяет культивировать более теплолюбивые сорта, сдвигать срок посадочных работ. Но вместе с тем наблюдается увеличение количества опасных и неблагоприятных климатических явлений и их интенсивность для роста большинства сельхозкультур. Отсюда целью исследования является пространственно-временной анализ климатических явлений теплого периода года, воздействующих на условия функционирования местной системы растениеводства. Актуальность исследования обусловлена поиском мировой научной общественностью путей адаптации сельского хозяйства к изменяющимся климатическим условиям. Основой информационно-аналитической базы послужили открытые источники метеоинформации ООО «Расписание погоды», международной базы метеоданных NOAA за период с 2000 по 2023 гг. по 30 метеостанциям. Для картографического отображения использовалось программное обеспечение ArcGIS. В ходе исследования были оценены следующие показатели: дата наступления и продолжительность периода активной вегетации, сумма активных температур более 10°C (САТ), заморозки, низкая влажность воздуха, жаркая погода, сильные осадки.

Результаты показали, что в целом на исследуемой территории происходит изменение сроков устойчивых переходов среднесуточных температур через +10°C, и отмечается увеличение сроков вегетационного периода. В период активной вегетации среднемноголетние значения величины САТ для западных районов достигают 2100°C, для восточных – 1800°C. В некоторые годы (2003, 2015, 2020) величина САТ превышала среднемноголетние значения. Например, в 2015 г. в Томской области в подобных условиях (благоприятное соотношение тепла и влаги) урожайность картофеля достигла 200 ц/га. Однако, на фоне повышения температурного оптимума возрастает вероятность возникновения опасных и неблагоприятных явлений. По отдельным климатическим показателям значения варьируют от 5% до 80%. Особый ущерб для местной системы растениеводства способны нанести поздние весенние заморозки, вероятность их возникновения даже в третьей декаде мая составляет от 18 до 32%, а для северо-западной части в первой декаде июня значение превышает 10%. В это же время низкая влажность воздуха, предопределяющая недостаток влаги в почве, фиксируется каждый день. Высоким абиотическим стрессом для большинства сельхозкультур является жаркая погода, которая здесь устанавливается с вероятностью 5,6%.

В целом изменяющиеся климатические ресурсы на территории исследования создают благоприятные условия для выращивания многих видов сельхозкультур. Однако, немаловажны знания и учет неблагоприятных факторов, которые способны нанести урон местной системе растениеводства.

Исследование поддержано Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (госзадание ИМКЭС СО РАН, регистрационный номер проекта № 121031300226-5, FWRG-2021-0003).

ГЕОСТРОФИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС В СИСТЕМЕ ВОСТОЧНЫХ ПОГРАНИЧНЫХ АПВЕЛЛИНГОВ. АТЛАНТИЧЕСКИЕ АПВЕЛЛИНГИ

Серебренников А.Н., Полонский А.Б.

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

Системы восточных пограничных апвеллингов (Eastern Boundary Upwelling System, EBUS), включающие Калифорнийский, Перуанский, Чилийский, Канарский и Бенгельский апвеллинги, являются одними из наиболее биологически продуктивных экосистем. Они занимают менее 2% поверхности океана, но вносят около 7% в мировую морскую первичную продукцию и более 20% в мировые уловы рыбы. Сгонный прибрежный ветер, направленный к экватору, является доминирующим физическим процессом, вызывающим апвеллинг и высокую биологическую продуктивность восточных частей Тихого и Атлантического океанов. Выявление долговременных тенденций интенсивности EBUS, обусловленных изменениями климата, является одной из важнейших проблем, активно обсуждаемых в специальной научной литературе на протяжении многих лет. Большинство прогнозов изменения интенсивности апвеллингов основаны на оценках тенденций ветрового (экмановского) переноса в будущем. Между тем, в EBUS вдольбереговые градиенты уровня моря вызывают геострофический поток перпендикулярный побережью. Этот поток компенсируется вертикальным переносом, который может либо подавлять, либо усиливать апвеллинг в зависимости от направления потока.

Тенденции изменений этой циркуляционной компоненты океанического переноса, который также может вносить существенный вклад в общие изменения интенсивности прибрежных апвеллингов, исследованы значительно менее детально. В настоящем докладе мы проанализируем роль обеих компонентов транспорта в изменении Атлантических апвеллингов в условиях глобального потепления.

Расчет геострофического переноса был выполнен на основе набора данных MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012. Уровень обработки данных – L4. Данные представлены в виде трехмерного (географические широта, долгота и глубина) массива, содержащего величины температуры, солёности, динамической высоты и геострофического течения от поверхности до глубины 5500 м, и двумерного (широта и долгота) массива толщины перемешанного слоя (*MLD*) на регулярной сетке 1/4°. Массивы были получены путем объединения спутниковых и натурных (*in-situ*) данных наблюдений.

Компоненты геострофического переноса по долготе (T_x) и широте (T_y) рассчитываются по компонентам геострофических скоростей и толщине верхнего перемешанного слоя:

$$T_x = \int_{y_1}^{y_2} \int_{z=0}^z u_g dy dz = MLD \times \bar{U}_g$$

$$T_y = \int_{x_1}^{x_2} \int_{z=0}^z v_g dx dz = MLD \times \bar{V}_g,$$

где z соответствует переменной толщине перемешанного слоя; \bar{U}_g и \bar{V}_g – средние значения зональной и меридиональной компоненты геострофической скорости в верхнем перемешанном слое (*MLD*).

Геострофический перенос, направленный перпендикулярно береговой черте, вычислялся по следующему соотношению:

$$T_{geo} = (-\bar{U}_g \times \sin(\alpha) + \bar{V}_g \times \cos(\alpha)) \times MLD.$$

Результаты расчетов экмановского и геострофического переносов в области Канарского и Бенгельского апвеллингов показали, что учет геострофических течений в целом не привел к изменению трендов интенсивности этих апвеллингов.

**ОЦЕНКА СВЯЗИ ДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МЕЗОСФЕРЫ СО
СТРАТОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ПО ДАННЫМ РЕ-АНАЛИЗА
И СВЧ-РАДИОМЕТРИИ**

Соколов А.В., Коваль А.В., Савенкова Е.Н.

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
anigahuchi@yandex.ru

В настоящей работе, на основе данных о температуре Microwave Limb Sounder (MLS) (Waters et al., 2006), показано, в летней мезопаузе Северного Полушария 2013 и 2015 годов проявляется первая асимметричная мода Россби (Forbes, 1995), амплитуды которой достигают максимума необычно поздно – к началу мая. Характеристики планетарной волны (ПВ) вычислялись методом комплексных амплитуд (Yamazaki, 2023). В работе (Didenko et al., 2024) показано, что результаты гидродинамического моделирования хорошо согласуются с данными Aura/MLS на высотах мезосферы и нижней термосферы (МНТ). Наличие такой ПВ сопровождалось отрицательными аномалиями температуры ($-5...-10^{\circ}$) и положительными аномалиями концентрации H_2O (до 1 ppm). Климат вычислялся за 20 лет: с 2004 по 2024 г. Предположительно, источником ПВ могли служить внезапные стратосферные потепления (ВСП) и весенние перестройки циркуляции стратосферы (Savenkova et al., 2012). С использованием данных модели UK MetOffice была вычислена структура амплитуды стационарной планетарной волны (СПВ) с $m=1$ в поле геопотенциальной высоты на $62,5^{\circ}$ с. ш. Максимум амплитуды СПВ1 сохраняется до начала апреля, что не прослеживается в другие года. По данным о зональной компоненте ветра в реанализе Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2) были изучены годы позднего максимума амплитуды ПВ и соседние. Весной 2013 и 2015 г зональная компонента на протяжении апреля-мая была выше климатического среднего, определенного за 42 года: с 1980 по 2022. вероятно, это не единственные факторы, необходимые для генерации ПВ, но, предположительно, именно они являются ключевыми, что требует дополнительного исследования. Показано, что в прочие годы ПВ либо проявлялась зимой, затухая к началу весны, либо вовсе отсутствовала.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ (грант №20-77-2021-10006-П).

Список использованной литературы:

Didenko K.A., Koval A.V., Ermakova T.S., Sokolov A.V., Toptunova O.N. Analysis of a secondary 16-day planetary wave generation through nonlinear interactions in the atmosphere // *Earth, Planets and Space*. – 2024. – Vol. 76, No.124. – DOI 10.1186/s40623-024-02072-x.

Forbes J. M. Tidal and planetary waves. The Upper Mesosphere and Lower Thermosphere: A Review of Experiment and Theory / Eds. R.M. Johnson and T.L. Killeen // *Geophysical Monogr. Ser.* – Washington. D.C.: American Geophysical Union, 1995. – Vol. 87. – P. 67–87. – DOI 10.1029/GM087p0067.

Savenkova E. N., Kanukhina A. Yu., Pogoreltsev A. I., Merzlyakov E. G. Variability of the springtime transition date and planetary waves in the stratosphere // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. – 2012. – Vol. 90–91. – P. 1–8. – DOI 10.1016/j.jastp.2011.11.001.

Waters J. W., Froidevaux L., Harwood R. S., Jarnot R. F. et al. The Earth Observing System Microwave Limb Sounder (EOS MLS) on the Aura satellite // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – 2006. – Vol. 44, No. 5. – P. 1075–1092.

Yamazaki Y. A method to derive Fourier–wavelet spectra for the characterization of global-scale waves in the mesosphere and lower thermosphere and its MATLAB and Python software (fourierwavelet v1.1) // *Geosci. Model Dev.* – 2023. – Vol. 16. – P. 4749–4766. – DOI 10.5194/gmd-16-4749-2023.

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА ВО ВРЕМЯ АНОМАЛЬНОЙ ЖАРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Стефанович А.А., Воскресенска Е.Н.

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

Современные изменения климата сопровождаются увеличением частоты экстремальных погодных явлений, в том числе волн аномальной жары (тепловых волн). Недавние исследования подтверждают, что с 1950-х годов частота и продолжительность тепловых волн возросли почти во всех уголках мира. Особенно заметные изменения наблюдаются в Средиземноморском регионе. Схожие тенденции отмечаются и на побережье Черного моря. Аномально жаркие условия влияют на биоклиматическую комфортность территорий, что влечет за собой негативные последствия, как для здоровья населения, так и для деятельности рекреационного сектора в целом.

Цель настоящей работы – оценить условия теплового комфорта во время аномальной жары на территории города Севастополя в теплый период года с 1950 по 2020 год. Для выделения периодов аномальной жары использовались ежедневные метеорологические данные реанализа ERA5 за период 1950–2020 годы, качество которых откорректировано с помощью данных наблюдений метеостанции Херсонесский маяк. Анализ проводился для теплого периода с мая по октябрь, когда вероятность возникновения тепловых волн наиболее высока. В исследовании применялись четыре тепловых индекса, учитывающих как простые показатели температуры воздуха (T_{mean} и T_{max}), так и более сложные комплексные индексы на основе индекса физиологически эквивалентной температуры (PET_{mean} и PET_{max}), что способствует более точной оценке комфортности климатических условий и рисков для здоровья населения во время тепловых волн. Для идентификации тепловых волн для каждого теплового индекса был рассчитан порог жары – 97%-ый процентиль. За тепловую волну считался период продолжительностью более 5 дней, когда значения тепловых индексов превышали свои пороговые значения.

В результате анализа была выявлена тенденция к росту как количества, так и продолжительности тепловых волн на территории города Севастополя в период с 1950 по 2020 год. Количество волн тепла за 71 год по T_{mean} – 27, по T_{max} – 24. В период с 1950 по 1965 год тепловых волн по используемым показателям выявлено не было. В период с 1966 по 1975 год выявлено 5 тепловых волн: по T_{mean} в 1970 и 1972 годах, по T_{max} в 1970, 1971, 1972 годах. С 1976 по 1997 год тепловых волн не наблюдалось. Далее, начиная с 1998 года, тепловые волны наблюдались практически ежегодно, за исключением 2000, 2003, 2004, 2013 годов. В среднем в течение года наблюдается 1-2 тепловые волны по разным тепловым индексам.

Комфортные значения индекса PET , при которых термическое напряжение отсутствует, находятся в диапазоне 18-23°C. Подобные условия в периоды тепловых волн установлены не были. Тепловые волны по T_{mean} в основном характеризуются дискомфортными условиями с незначительным термическим стрессом (PET_{mean} от 23 до 29°C). При оценке максимальных значений PET во время тепловых волн на территории города Севастополя наблюдается сильный тепловой стресс (PET_{max} выше 35°C). Тепловые волны по T_{max} определили дискомфортные условия с умеренным тепловым стрессом (PET_{mean} от 39 до 35°C). При оценке максимальных значений PET во время тепловых волн отмечаются также дискомфортные условия с умеренным тепловым стрессом (PET_{max} от 39 до 35°C).

Доминирующие тенденции показывают, что с каждым годом риск возникновения тепловых волн возрастает, что подчеркивает необходимость разработки мер по обеспечению здоровья и безопасности населения в условиях наблюдаемых климатических изменений.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института природно-технических систем (№ госрегистрации 124013000609-2).

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ИНДЕКСА ШЕФФЕРА, КАК ИНДИКАТОРА РИСКА РАЗРУШЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Сухонос О.Ю., Вышкваркова Е.В.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
kovalenko_olga89@mail.ru

Сохранение памятников деревянного зодчества, как объектов культурного наследия, на Европейской части России является актуальной задачей. К естественным факторам разрушения древесины относятся природно-климатические условия. Ряд исследований обнаруживают увеличение влажности воздуха, которое на фоне роста приземной температуры воздуха создает благоприятные условия для усиления биологической активности вызывая разрушение (разложение) деревянных сооружений под действием грибов, плесени, водорослей, насекомых (см., например, Sesana et al., 2021).

Цель работы – оценка современных изменений индекса Шеффера, как индикатора риска разрушения деревянных конструкций объектов культурного наследия под воздействием климатических условий, на Европейской части России.

В работе использованы ежедневные данные о температуре воздуха и атмосферных осадках из реанализа ERA5 (пространственное разрешение $0,5^\circ \times 0,5^\circ$) за период 1961–2020 гг. для Европейской части России. Влияние климатических условий на деревянные конструкции объектов культурного наследия оценивалось с помощью индекса Шеффера (Scheffer Climate Index – SCI) (Scheffer, 1971), учитывающего величины температуры воздуха и количество дней с осадками более 0,3 мм. Индекс разработан для оценки риска опасности гниения древесины. Так, значения индекса SCI менее 35 указывают на низкий риск, значения от 35 до 65 – на умеренный, от 65 до 100 – на высокий и выше 100 — на очень высокий риск (Scheffer, 1971). Расчёт и анализ индекса SCI выполнен для всего периода и для двух периодов 1961–1990 гг. и 1991–2020 гг., принятых Всемирной Метеорологической Организацией как климатические нормы.

Обнаружено, что в период 1961–2020 гг. значения индекса SCI на исследуемой территории изменяются в пределах от 0 до 160. Наибольшие значения (выше 80) обнаружены на Черноморском побережье Кавказа. Для трёх периодов характерно возрастание величин индекса с северо-востока на юго-запад. Во второй климатический период (1991–2020 гг.), относительно первого, практически по всей анализируемой территории произошло увеличение индекса SCI, особенно выраженное на северо-востоке региона (до 100%). При этом для южных регионов Европейской части России характерно небольшое уменьшение индекса SCI до значений около 20%, за исключением района Кавказского хребта, где отмечается увеличение до 80–90% в высокогорной части.

Тренды индекса SCI в периоды 1961–2020 гг. и 1961–1990 гг. преимущественно положительные на исследуемой территории. Севернее 50° ш. коэффициенты тренда статистически значимые. Максимальные значения коэффициентов тренда достигают 0,6/год на северо-западе региона. В период 1961–2020 гг. в Предкавказье отмечаются статистически незначимые отрицательные тренды индекса SCI, а в области Кавказского хребта тренды индекса SCI положительные с коэффициентами от 0,2 до 0,4/год.

Работа выполнена в рамках госзадания ИПТС (№ государственной регистрации 124013000609-2).

Список использованной литературы:

Scheffer T. C. A climate index for estimating potential for decay in wood structures above ground // *Forest Products Journal*. – 1971. – Vol. 21. – P. 25–31.

Sesana E., Gagnon A. S., Ciantelli C., Cassar J. A., Hughes J. J. Climate change impacts on cultural heritage: A literature review // *WIREs Clim. Change*. – 2021. – Vol. 12. – e710. – DOI 10.1002/wcc.710.

**ОБ АНОМАЛИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА И ИХ
ВЛИЯНИИ НА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗЕМНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В АФРИКАНСКО-ЕВРОПЕЙСКОМ РЕГИОНЕ И
ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ АТЛАНТИКИ**

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

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

В Индийском океане (ИО) процессы перераспределения тепла между различными компонентами климатической системы характеризуются уникальными особенностями, которые отличают его от Тихого (ТО) и Атлантического (АО) океанов. Азиатский континент изолирует ИО с севера, не позволяя тёплым течениям, сформировавшимся в тропиках, достичь высоких широт Северного полушария, так как это происходит в АО и ТО. Кроме этого, ИО также получает дополнительное тепло из ТО через Индонезийский пролив. Это делает его одним из основных источников тепла для АО. В связи с этим следует ожидать значимого отклика в полях гидрометеорологических параметров АО на климатическую изменчивость ИО.

Ключевой особенностью перераспределения тепла внутри экваториально-тропической зоны ИО является противофазные изменения температуры поверхности океана (ТПО) в западной и восточной его части (Saji, 2018). Это явление межгодового масштаба получило название Индоокеанский диполь (ИД). Распространение аномалий ТПО с востока на запад и обратно, связанное с событиями ИД, оказывает существенное влияние на климат стран Индоокеанского бассейна. Что касается влияния ИД на удаленные регионы, то ранее уже был выделен статистически значимый сигнал в полях приземной температуры воздуха (ПТВ) над Африканско-Европейским регионом в летне-осенний период, связанный с ИД (Торбинский и др., 2023).

В данной работе проводится количественная оценка влияния ИД на межгодовую изменчивость ПТВ в Африканско-Европейском регионе и прилегающей части АО. Для этого использованы результаты глобального атмосферного ре-анализа ERA5 за период 1960–2023 гг. по ПТВ с месячным разрешением в узлах регулярной сетки $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Исследовалась область, ограниченная координатами 10° ю. ш. – 90° с. ш. и 30° з. д. – 70° в. д. Полученные временные ряды ПТВ для различных месяцев анализировались совместно с рядами климатических индексов ИД и аномалий ТПО в западной части ИО. При этом применялись стандартные статистические методы.

Показано, что события ИД в основном влияют на ПТВ в Африканско-Европейском регионе и прилегающей части АО за счет изменчивости поля аномалий ТПО западной части ИО. При этом обнаружена существенная нестационарность анализируемых временных рядов, что отражает нестационарность процессов перераспределения тепла в климатической системе. Это проявляется в различных статистических характеристиках анализируемых временных рядов, включая и изменение основного периода ИО со временем.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИПТС по теме «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ госрегистрации 124020100120-9).

Список использованной литературы:

Торбинский А. В., Полонский А. Б., Губарев А. В. Влияние Индоокеанского диполя на пространственно-временную изменчивость приземной температуры воздуха Африканско-Европейского региона // СКОС. – 2023. – № 3 (53) – С. 8–16.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИХРЕВОГО ПОЛЯ, ГЕНЕРИРУЕМОГО СТРУЙНЫМ ЗОНАЛЬНЫМ ВЕТРОВЫМ ТЕЧЕНИЕМ В ОКЕАНЕ

Федотов А.Б.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
fedotov57@mail.ru

В рамках численной модели двухслойного океана с глубиной слоев, соответствующей средним океаническим условиям, проведено исследование ветровой эволюции крупномасштабной циркуляции. В общих чертах структура океанической циркуляции в данной нелинейной квазигеострофической модели представлена интенсивным струйным зональным течением, окруженным вихревым полем. Предыдущие исследования делали акцент на анализе физических особенностей и характеристик интенсивного струйного течения, при этом вихревое поле трактовалось как фон малой интенсивности. Источником, порождающим вихри циклонической и антициклонической завихренности, является бароклинная неустойчивость основного струйного течения. Анализ пространственного распределения плотности энергии всей структуры течений показывает, что кинетическая энергия течений в верхнем и нижнем слоях преимущественно сконцентрирована в струйном течении, при том, что доступная потенциальная энергия относительно равномерно распределена в области, занятой вихревым полем. Для анализа вихревого поля был проведен ряд численных экспериментов при различной интенсивности ветрового воздействия, была выполнена оценка среднего количества вихрей, окружающих струйное течение. С этой целью было предложено произвести фильтрацию длинноволновых гармоник, дающих вклад в структуру струйного течения, отделив их от относительно мелкомасштабных гармоник, формирующих вихревое поле. Путем проведения тестовых расчетов был оценен масштаб фильтрации, он был выбран в размере двойного масштаба Россби. Численные эксперименты проводились для пяти значений интенсивности ветрового воздействия на поверхность океана, расчеты были выполнены для модельного времени, эквивалентного 150 годам реального времени.

Для анализа среднего количества вихрей, формирующих вихревое поле, окружающее струйное течение были использованы два предположения: вихри, формирующие вихревое поле, имеют приблизительно одинаковый размер равный масштабу Россби; отношение площади расчетной области к площади занятой вихрями оценено как нормированная средняя четвертая степень относительной завихренности по аналогии с эксцессом – статистической характеристикой локализации негауссовых полей.

Результаты проведенных численных экспериментов показали следующее: с ростом интенсивности ветрового воздействия на поверхность океана увеличивается среднее количество вихрей, формирующих вихревое поле, что представляется вполне ожидаемым эффектом. Кроме того анализ периодограмм временных ходов кинетической энергии течений в верхнем слое и количества вихрей показал, что при относительно малых значениях интенсивности ветра масштабы изменчивости количества вихрей связаны с масштабом колебаний кинетической энергии верхнего слоя. При увеличении интенсивности ветрового воздействия долгопериодные колебания кинетической энергии остаются неизменными, в то время как для количества вихрей интенсивность долгопериодных колебаний в сравнении с относительно высокочастотными колебаниями уменьшается. Одним из объяснений такого факта может быть то обстоятельство, что для малых значений интенсивности ветра и, следовательно, интенсивности струйного течения процесс бароклинной неустойчивости существенно зависит от энергии струйного течения и его интенсивность варьируется соответственно, в то время как для больших амплитуд ветра бароклинная неустойчивость имеет иной режим и интенсивные вихри генерируются постоянно и скорость их генерации слабо связана с энергией струйного течения.

ИЗМЕНЕНИЯ АРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА СИБИРИ В XXI В.

Чередыко Н.Н.^{1,2}, Волкова М.А.², Кужевская И.В.²

¹ФГБУН «Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН»,
г. Томск, Россия

²НИ «Томский государственный университет», г. Томск, Россия
atnik3@rambler.ru

Ландшафты аридных зон наиболее чувствительны к влиянию внешних факторов. Вследствие климатических изменений меняется тепло- и влагообеспеченность различных ландшафтов, отмечается их продвижение на север и усиление аридизации засушливых территорий (IPCC, 2023). При этом, не все так однозначно. Есть подтверждения роста увлажненности и накопления биомассы некоторых участков степей на фоне потепления (Курбатская и др., 2012). Целью данной работы было исследование таких нелинейных климатогенных реакций внутриконтинентальных засушливых ландшафтов на юге Сибири (лесостепь и степь) за период 2000–2023 гг. Для территории исследования, 50°с. ш. – 55°с. ш. и 60°в. д. – 110°в. д. были использованы суточные данные по температуре воздуха, почвы и количеству атмосферных осадков с 32 метеостанций (Всероссийский..., 2024). Для компенсации недостаточной плотности наземных ведомственных наблюдений состояние растительного покрова оценивалось с использованием индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) по данным дистанционного мониторинга (EOSDIS..., 2024).

Теплообеспеченность вегетационных сезонов рассмотренной территории, суммы температур $\geq 5^{\circ}\text{C}$ и суммы температур $\geq 10^{\circ}\text{C}$, значимо увеличивались в среднем на 12–76°C/10 и 50–55°C/10 лет, соответственно. Изменения в режиме увлажненности разнонаправлены для разных районов территории. Тренды коэффициентов увлажненности, гидротермический коэффициент Селянинова, индекс сухости Будыко и коэффициент увлажнения Сапожниковой, слабовыраженные и статистически не значимы. В среднем за 2010–2023 гг., по сравнению с началом периода потепления (1971–1980 гг.), выявлено заметное продвижение на север засушливой зоны с районов Северного Казахстана на юг Западной Сибири (лесостепная и степная зоны Ишимской равнины) и, наоборот, расширение на юг, на территории Республик Хакасия и Тыва (степные низкогорья, полупустынные котловины, склоновые степи и горные лесостепи), увлажненной зоны.

Временной ход вегетационных индексов NDVI за рассмотренный интервал лет имеет колебательный характер, изменяясь, главным образом, с периодами около 7–9, 11, 22 лет. По значениям NDVI, также, отмечена тенденция сокращения биомассы для лесостепной и степной зон Ишимской равнины, что соответствует усилению засушливости здесь, и положительный тренд NDVI для аридных ландшафтов Хакасии и Тывы, что соответствует приросту биомассы, так называемому «позеленению степей», отмеченному нашими коллегами в экспедициях. С учетом значимого роста теплообеспеченности региона, можем заключить, что разнонаправленные тенденции прироста биомассы во внутриконтинентальных аридных ландшафтах «регулируются» колебаниями увлажненности.

Список использованной литературы:

Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных: официальный сайт. – URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 24.01.24).

Курбатская С. С., Прудникова Т. Н., Монгуш Ч. О., Курбатская С. Г. Анализ изменений пастбищных угодий Тувы и их продуктивности с учетом климатических особенностей // Экосистемы Центральной Азии. – Кызыл: РИО Тувинского гос. ун-та, 2012. – С. 3–8.

EOSDIS Worldview: website. – URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov> (дата обращения: 24.01.2024).

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. – 184 p. – DOI 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

**ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И КЛИМАТИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Шушпанов А.А.¹, Пекарникова М.Е.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем РАН», г. Севастополь, Россия
aleksei-shyshpanov@mail.ru

Вследствие глобального характера проблемы изменений климата и последствий таких изменений, увеличения выбросов парниковых газов, эффективное решение проблемы глобального потепления возможно путем объединения усилий всего мирового сообщества и осуществления согласованных совместных действий по контролю над антропогенной эмиссией различных парниковых газов в основных странах-эмитентах, в число которых входит Российская Федерация.

В докладе проанализировано ретроспективное изменение выбросов парниковых газов в Российской Федерации с 1990 года, касающегося антропогенной деятельности человека, а также проведен выборочный анализ климатического законодательства по контролю за антропогенными выбросами парниковых газов в РФ в свете выполнения основных целей Парижского соглашения по климату 2015 года.

Основной вывод сводится к тому, что выбросы парниковых газов в Российской Федерации с 2015 года неизменно продолжают расти. Исследование выявило значительные подвижки в изменении климатического законодательства РФ, касающегося ограничения выбросов парниковых газов, принятого после подписания Парижского соглашения по климату 2015 года, и показывает реальные возможности РФ как страны, заинтересованной в «зеленом энергопереходе».

Список использованной литературы:

Пекарникова М. Е., Полонский А. Б. Анализ реалистичности основной цели Парижского соглашения при существующей системе правового регулирования и контроля за антропогенными выбросами парниковых газов // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2022. – Т. 8, № 2. – С. 190–208. – DOI 10.21513/2410-8758-2022-2-190-208.

Crippa M., Guizzardi D., Pagani F., Banja M., Muntean M., Schaaf E., Monforti-Ferrario F., Becker W. E., Quadrelli R., Riskez Martin A., Taghavi-Moharamli P., Köykkä J., Grassi G., Rossi S., Melo J., Oom D., Branco A., San-Miguel J., Manca G., Pisoni E., Vignati E., Pekar F. GHG emissions of all world countries. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024. – DOI 10.2760/4002897. – JRC138862.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА В АБХАЗИИ

Экба Я.А.^{1,2}, Хинтуба Л.В.^{1,2}

¹Институт экологии Академии наук Абхазии, г. Сухум, Абхазия

²Абхазский государственный университет, г. Сухум, Абхазия

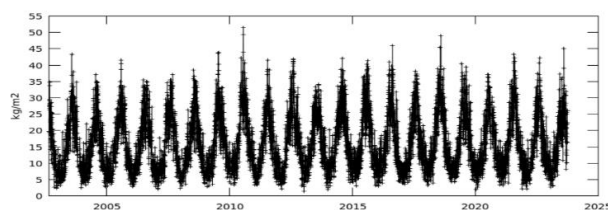
LolitaKhintuba@yandex.ru

Климатические изменения, происходящие в последние два десятилетия, связанные с различными факторами, в том числе с выбросами в атмосферу парниковых газов. Основным парниковым газом является водяной пар, так как его вклад в ПЭ составляет около 70%.



Рисунок 1 – Среднегодовая температура и скользящее среднее за 10 лет

Итоговая линия тренда растет не монотонно. Она то растет, то спадает. На температуру приземного слоя воздуха оказывало влияние за весь период также и извержение вулканов. Ранее было доказано, что высокая корреляционная связь, достигающая значений 0,7 прослеживается между суммарным среднегодовым количеством осадков и среднегодовой относительной влажностью на территории Абхазии. Также было рассмотрено влияние газовых компонентов атмосферы для оценки их влияния на парниковый эффект на территории Республики Абхазия. Данные были получены дистанционным методом с сайта Джованни (Giovanni NASA).



Выбранный пользовательский регион был определен как 39.1113E, 43.0225N, 40.5835E, 44.0091N. Сетка данных также ограничивает анализируемую область сплюснутыми географическими координатами: 39.35E, 43.5N, 40.5E, 43.5N. Эта анализируемая область включает пространственные границы подмножества гранул, которые использовались для получения этого результата визуализации.

Выбранный диапазон дат: 1 января 2002 г. – 1 октября 2023 г. Максимум означает значение дат гранул, из которых был получен этот результат.

Рисунок 2 – Временной ряд, усредненное по площади общее количество водяного пара в столбе (по возрастанию, только AIRS) ежемесячно 1 град. кг/м² за период с сентября 2002 г. по сентябрь 2023 г.

На рис. 2 показаны скачки, в которых видны максимальный выброс водяного пара в 2010 г. когда произошло извержение исландского вулкана Йяфьятлайокудль. Температура ПСВ изменяется синхронно с водяным паром, в то время как углекислый газ растет все время экспоненциально. В ПЭ главенствующая роль принадлежит водяному пару.

Список использованной литературы:

Малинин В.Н. Влагообмен в системе океан–атмосфера. – Л.: Гидрометеиздат, 1994. – 197 с.

Экба Я. А., Ахсалба А. К., Хинтуба Л. В., Касландзия Н. Д. Роль водяного пара, как основного парникового газа, в потеплении климата // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий». – Майкоп: изд-во «ИП Кучеренко В.О.», 2023. – С. 300–312.

СЕКЦИЯ 3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ СЕВАСТОПОЛЯ В ПЛЯЖАХ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ТУРРЫНКА И РОСТА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Агаркова-Лях И.В.^{1,2}, Васейкина Н.А.³

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

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

³ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
г. Москва, Россия

iva_crimea@mail.ru

При значительной протяженности береговой линии Севастополя, площадь его пляжей составляет 258 311,1 м² (Решение, 2007), а их единовременная емкость – 51 тыс. 662 чел. (Лазницкая, 2014). По расчетам Н.Ф. Лазницкой, в 2014 г. потребности региона в купально-пляжной рекреации оценивались в 198 тыс. 300 чел., превышая рекреационную емкость пляжей в 3,8 раза. За последние 10 лет существенного роста емкости пляжей не произошло, но остроты этому вопросу добавили увеличение населения и активизация туризма в регионе.

Целью работы является актуальная оценка потребностей жителей и туристов города Севастополя в пляжах в условиях изменений демографических показателей и состояния туристского рынка по статистическим данным за последние 20-30 лет.

Согласно материалам (Численность, 2024), на 1 января 2024 г. в Севастополе проживало более 561 тыс. чел. (Рисунок 1). С учетом незарегистрированных граждан (+10%), минимальное расчетное количество жителей составляет около 617 тыс. чел. С 2000 по 2023 гг. отмечены положительные сдвиги в туриндустрии региона: емкость коллективных средств размещения (КСР) и турпоток увеличились, соответственно, более чем в 3 и в 2,9 раза; число размещенных в КСР – в 1,8 раз (см. Рисунок 1).

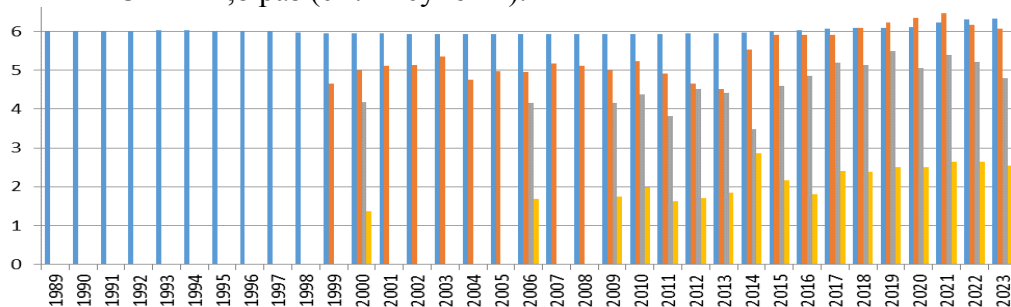


Рисунок 1 – Гистограмма логарифмов статистических данных с 1989 по 2023 гг. (синий – численность населения; красный – объем турпотока; фиолетовый – число размещенных в КСР; оранжевый – емкость КСР). Составлено авторами по материалам статистических ежегодников Украины и Севастополя за 2007, 2013, 2014, 2019 и 2023 гг.

По расчетам на летний сезон 2024 г., потребности жителей и туристов в пляжах оцениваются в 259 тыс. 500 чел., для удовлетворения которых необходимо около 1 297 500 м² пляжей (при норме 5 м² на чел.), или в 5 раз больше их площади в 2007 г. (Решение..., 2007).

Работа выполнена по теме гос. задания ИПТС (№ госрегистрации 124013000609-2).

Список использованной литературы:

Решение VI сессии Севастопольского горсовета V созыва № 2069 (от 11.06.2007) о внесении изменений в решение горсовета (от 11.06.2003 г. – № 1164). – 2007.

Лазницкая Н. Ф. Общественно-географическое обоснование развития рекреационного водопользования в г. Севастополь: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Симферополь, 2014. – 23 с.

Статистичний щорічник України за 2013 рік. Державна служба статистики України. – К., 2014. – 533 с.

Численность населения в Севастополе. – URL: <https://gogov.ru/population-ru/sev> (дата обращения: 26.06.2024).

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА ПРИМОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Александров Е.Г.¹, Егоркин А.А.^{2,3,4}

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

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

⁴ФГКВОУ ВПО «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова», г. Севастополь, Россия

В прибрежных зонах приморских территорий поступление загрязняющих веществ от различных источников может существенно изменять компонентный состав воды, негативно влияя на флору и фауну, угрожая жизни водных организмов и людей.

Прогноз качества вод приморской территории и анализ загрязнения водных объектов позволяют оценить воздействие на окружающую среду и разработать меры по снижению негативного влияния на прибрежные водоёмы. Основным инструментом для проведения прогноза считается применение моделирования. Наиболее перспективным на данный момент инструментом является применение численного моделирования с учетом характеристик береговой черты, особенностей гидрологического режима водного объекта.

Цель работы – оценить влияние загрязняющих веществ на модельный участок приморской территории с учётом технологических условий сброса, рельефа береговой черты, химических превращений, применяя современные методы численного моделирования.

Расчёты выполнялись с использованием пакета вычислительной гидродинамики. Для построения подробной и точной модели водоема применяется программа Blender, позволяющая создавать высококачественные 3D-модели, используя элементы «BlenderGIS» и «YandexMapImporter» для импортирования географических данных в Blender. Эти инструменты дают возможность точно воспроизводить инфраструктуру исследуемой территории. Оценка влияния стоков природного и антропогенного происхождения на прибрежный район проводится поэтапно, с использованием комплексного подхода. В первую очередь проводился детальный анализ данных о расположении выпусков ливневых и сточных вод в бухте. Одним из элементов исследования было моделирование загрязнений нефтепродуктами. Создается модель с распределением по категориям различных типов выпусков, включая аварийные и регулярные выпуски канализационных вод без очистки, с механической или биологической очисткой, а также выпуски ливневой канализации. Такой подход позволяет не только визуализировать текущую ситуацию, но и выявить ключевые зоны риска и потенциальные источники загрязнения.

Далее проводится параметризация параметров модели, включающая метеорологические параметры, источники стоков, химические процессы, а также сбор и анализ данных о температуре воздуха, влажности, скорости и направлении ветра, атмосферном давлении и других климатических показателях. Эти данные необходимы для более точного моделирования.

Применение численного моделирования позволяет более точно оценить степень воздействия загрязняющих веществ на экосистему приморской территории и разработать эффективные меры по их минимизации.

Список использованной литературы:

Любимова Т. П., Паршакова Я. Н. Моделирование распространения тепловых загрязнений в крупных водных объектах // Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – №2 (78). – С. 92–101. – DOI 10.23968/2305-3488.2019.24.2.92-101.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ДВУХ ШТАММОВ ЦИАНОБАКТЕРИЙ

Андреева Н.А.¹, Пеньков М.Н.¹, Шупова Е.В.²

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

²ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Все живые организмы и цианобактерии, в том числе, подвержены воздействию естественного магнитного поля Земли. Поэтому его можно рассматривать как экологический фактор, определяющий течение биологических процессов. Организмы научились адаптироваться к фоновому значению и закономерным его изменениям. Однако, с развитием технологий количество искусственных источников постоянно растет. Было обнаружено, что магнитные поля могут оказывать благоприятное влияние на фототрофы как в целом, так и на содержание пигментов в их клетках (Eydelkhani et al., 2024).

В работе были использованы две альгологически чистых культуры цианобактерий *Aphanocapsa* (штамм 131) и *Synechococcus* (штамм 223). В эксперименте использовали недельные культуры одинаковой плотности опытного и контрольного образцов (по 6 мл в каждой пробирке). Опытную пробирку помещали в установку, создающую электромагнитное поле. Было проведено пять серий эксперимента, различающихся по времени экспозиции культур, частоте магнитного поля (от 300 до 600 Гц) и его напряженности (от 135 до 450 мВ). Оценка воздействия ЭМП осуществлялась по количественному составу пигментов в опытной культуре по сравнению с контрольным образцом. Количество пигментов рассчитывалось по относительной оптической плотности культур с использованием спектрофотометра ультрафиолетового и видимого диапазонов «Lambda 365» фирмы PerkinElmer. Работали в диапазоне длин волн 400–800 нм.

Оба штаммы 131 и 223 принадлежат к типу Cyanoprokariota, классу Cyanophyceae и порядку Synechococcales, при этом штамм 131 относился к роду *Aphanocapsa* Nägeli из семейства Merismopediaceae, а штамм 223 – к роду *Synechococcus* Nägeli семейства Synechococcaceae. Обе культуры имели сходный пигментный состав, который качественно не изменялся в процессе экспериментов. Максимумы их поглощения наблюдались в следующих диапазонах: хлорофилла **a** – при 430–440 нм, других хлорофиллов – около 680 нм, каротиноиды давали плечо в районе 500 нм, фикоэритрин – при 560–575 нм, а фикоцианин – 615–630 нм. Было отмечено, что в целом, у штамма 131 (*Aphanocapsa*) был слабо выражен пик фикоцианина, напротив, у штамма 223 (*Synechococcus*) практически отсутствовал пик фикоэритрина и поэтому при выращивании эта культура имела яркую зелёную окраску.

Спектрофотометрическое изучение пигментного состава культур при воздействии ЭМП частотой 300 Гц и напряженностью 135 мВ через 10–14 суток выявило у фикоэритрин-содержащего штамма 131 увеличение в опыте количества всех пигментов по сравнению с контролем. У фикоцианин-содержащего штамма 223 незначительное увеличение в опыте отмечалось только для каратиноидов и фикоэритрина, для остальных пигментов или не было никаких изменений, или наблюдалось небольшое снижение их количества. При увеличении срока инкубации до 21 дня количество пигментов у штамма 131 снижалось до уровня контроля, а в случае каратиноидов и фикоэритрина, даже несколько ниже. Изменения в пигментном составе фикоцианин-содержащего штамма были более значительными. При увеличении напряженности поля до 450 мВ через 21 день инкубации наблюдалось снижение количества всех пигментов в опытных образцах у обеих культур по сравнению с контролем. Особенно резкое снижение отмечалось для штамма 223 (*Synechococcus*). Воздействие ЭМП частотой 600 Гц и напряженностью 450 мВ также вызывало снижение количества пигментов.

Список использованной литературы:

Eydelkhani M., Kiabi S., Nowruzi B. In vitro assessment of the effect of magnetic fields on efficacy of biosynthesized selenium nanoparticles by *Alborzia kermanshahica* // BMC Biotechnology. – 2024. – Vol. 24, No. 1. – P. 27. – DOI 10.1186/s12896-024-00855-4.

РАЗРАБОТКА УТОЧНЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ОТ ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Бакурова Э.Ю., Имшенник Е.В., Нахутин А.И.

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю. А. Израэля», г. Москва, Россия
e.bakurova@igce.ru

Работа посвящена разработке национального коэффициента выбросов CO₂ от производства технического углерода (ТУ) на предприятиях Российской Федерации.

Ранее, в связи с отсутствием подробных данных о национальных особенностях производства технического углерода, оценка выбросов CO₂ от данного источника в национальном кадастре антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов РФ производилась по методике 1 уровня Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), не предусматривающей учета национальных технологических параметров. Однако, среди нефтехимических источников выбросов CO₂ производство ТУ является ключевым источником и третьим по объему эмитентом, уступая только производству этилена и метанола, и в соответствии с международными требованиями оценка выбросов CO₂ в кадастре должна производиться на основе использования национального коэффициента выбросов.

От шести крупнейших предприятий-производителей ТУ были собраны данные о производстве продукции, потреблению сырья и топлива. Данные были проанализированы и использованы в расчете выбросов CO₂ по методике 2 уровня МГЭИК, представляющей собой расчет материального баланса производства. Методика включает в себя допущение, что весь углерод, поступивший в процесс в виде сырья или топлива, но не вошедший в состав целевого или побочного продукта производства, улетучивается в атмосферу в виде CO₂.

Были рассчитаны коэффициенты выбросов для каждого из шести заводов для 2015 и 2022 гг. Было определено, что коэффициенты выбросов для различных технологий и применяемых типов сырья варьируются в широких пределах. Путем расчета средневзвешенного значения индивидуальных коэффициентов выбросов каждого из заводов, был определен национальный коэффициент выбросов CO₂, составивший 3,2 т CO₂/т ТУ и превышающий ранее применявшийся коэффициент МГЭИК на 21%.

На рисунке 1 представлено сравнение оценок выбросов CO₂ с использованием коэффициента МГЭИК и с применением национального коэффициента выбросов CO₂.

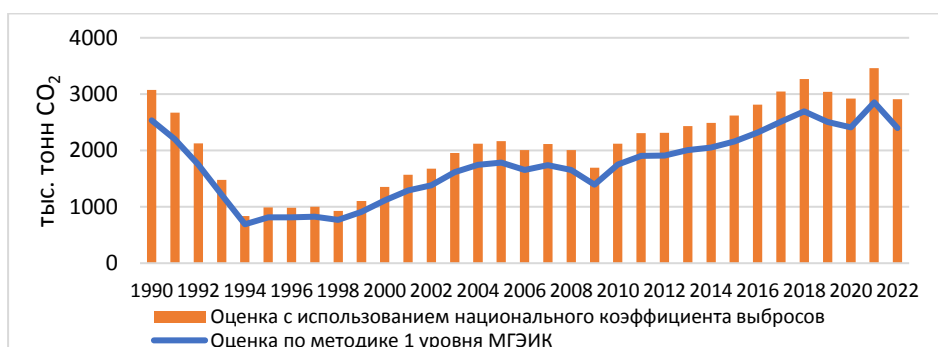


Рисунок 1 – Сравнение результатов оценки выбросов CO₂ от производства ТУ по методике 1 уровня МГЭИК и с использованием разработанного национального коэффициента выбросов

Применение метода материального баланса по данным отдельных предприятий позволило снизить неопределенность оценки выбросов CO₂ до ±5%.

**ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОПОРТА ШЕРЕМЕТЬЕВО НА СОСТОЯНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗА 2023 Г.**

Березнев А.А.

Российский Государственный Социальный Университет, г. Москва, Россия

Artemybereznev@gmail.com

Деятельность аэропорта Шереметьево, как и любого крупного транспортного узла, оказывает влияние на окружающую среду, вызывая загрязнение воздуха, почвы и воды. Цель исследования – оценить степень влияния деятельности аэропорта Шереметьево на состояние окружающей среды в 2023 году. Гипотеза: деятельность аэропорта Шереметьево оказывает негативное влияние на экологическую обстановку в районе его расположения, в том числе за счет выбросов от воздушных судов и других источников загрязнения.

Методы исследования: анализ отчетов аэропорта Шереметьево за 2022 и 2023 г. и собственные исследования. Анализ показал увеличение уровня загрязнения окружающей среды в районе аэропорта Шереметьево в 2023 году. Для сравнения были изучены экологические отчеты аэропорта Шереметьево за последние годы, а так же были проанализированы результаты исследовательских работ, проводимых автором в период 2021–2023г, направленных на оценку загрязнения депонирующих сред в приаэродромной территории Шереметьево. Особую опасность представляют выбросы от воздушных судов, а также загрязнение от инфраструктуры аэропорта. Это вызвано увеличением пассажиропотока, увеличением количества операций «взлет-посадка» и подготовки к работе второго терминала. Кризис в авиационной отрасли, который начался во время распространения коронавирусной инфекции, постепенно сошел на нет и поток пассажиров в самом крупном аэроузле России вновь набирает обороты. Результаты исследования важны для экологов, общественности и руководства аэропорта, зачастую, общественность полагает, что основной вред окружающей среде наносят выбросы от двигателей воздушных судов, но на практике было выявлено, что в зоне деятельности аэропорта именно он оказывает основное влияние. Необходима разработка и внедрение эффективных мер по снижению негативного воздействия аэропорта Шереметьево на окружающую среду, проблема является недостаточно изученной и требует огласки и внимания.

ОЦЕНКА ВЛАЖНЫХ ВЫПАДЕНИЙ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЕМЕП В 2015–2021 ГГ.

Галушин Д.А.¹, Громов С.А.^{1,2}.

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

²ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва, Россия
galushin2012@yandex.ru

Оценка выпадения загрязняющих и кислотообразующих веществ из атмосферы является актуальной проблемой исследований в экологии. Использование моделирования позволяет получать количественные оценки воздействия загрязнения окружающей среды на региональном уровне, которые сложно получить из-за недостатка станций мониторинга (Брускина и др., 2024).

Целью работы является оценка динамики влажных выпадений окисленной серы (с осадками) на территории Центрального федерального округа за 2015–2021 гг. по результатам моделирования атмосферного переноса загрязняющих веществ в рамках деятельности ЕМЕП и определение изменения плотности выпадения (в %) по субъектам ЦФО за 7 лет.

Для анализа взяты значения влажных выпадений сульфатов из результатов моделирования атмосферных переносов программы ЕМЕП, представленных сеткой $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, в привязке к площадям субъектов ЦФО, в границах которых проводилось суммирование значений из ячеек (рис. 1).

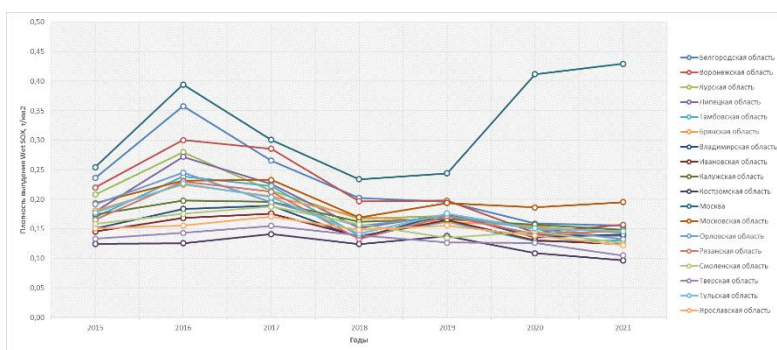


Рисунок 1 – Плотность выпадения соединений окисленной серы с атмосферными осадками на территории ЦФО в 2015–2021 гг.

Анализ результатов расчетов показывает, что наибольшая плотность выпадения окисленной серы с атмосферными осадками относится к территории Москвы. Сильный рост (до $0,41–0,43$ т/км²) плотности выпадения в 2020–2021 гг. связан с рекордными суммами осадков, которые были зафиксированы в столице (908 мм в 2020 г. и 818 мм в 2021 г.).

Наименьшая плотность выпадения сульфатов среди всех субъектов ЦФО относится к Костромской и Тверской областям. Уровень значений от года к году варьировал от $0,14$ до $0,16$ т/км², а в конце исследуемого периода плотность потоков снизилась до $0,10–0,12$ т/км².

Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)».

Оценка данных моделирования сделана в работах по Госзаданию FMWS-2024-0009 №1023032700199-9 Института географии РАН.

Список использованной литературы:

Брускина И. М., Громов С. А., Конькова Е. С. и др. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП // Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2023 год. – М.: ФГБУ «ИГКЭ», 2024. – С.65–68.

**ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СТОКА
В КАРСТОВЫХ БАССЕЙНАХ ГОРНОГО КРЫМА**

*Губарева Т.С.¹, Амеличев Г.Н.^{2, 1}, Токарев С.В.^{2, 1}, Вахрушев Б.А.^{2, 1}, Гарцман Б.И.^{1, 3},
Науменко В.Г.², Амеличев Е.Г.^{2, 1}, Вахрушев И.Б.^{2, 1}*

¹ФГБНУ «Институт водных проблем РАН», г. Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия

³ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
tgubareva@bk.ru

Неоднородность территории, выраженная как в пространстве, так и в вертикальном высотном-глубинном профиле и обусловленная разнообразием надземных ландшафтов и подземных водоносных горизонтов, определяет преимущественные пути движения водных масс и по-разному трансформирует выпадающие атмосферные осадки и другие элементы водного баланса. Это предопределяет гидрологическую структуру стока, связанную с условиями его формирования, и отражается на вещественном составе воды. Детальное изучение структуры стока и ее функциональных особенностей позволяет глубже понимать механизмы формирования стока и биогеохимических процессы на водосборах. Одним из базовых понятий при исследовании гидрологической структуры стока является понятие «источники питания» или «составляющие речного стока». В простейшем случае речной сток можно представить в виде подземной и поверхностной составляющих. В продвинутых случаях составляющие речного стока могут быть дифференцированы в зависимости от условий их формирования.

Карстовые водосборы в научном плане представляют особый интерес, поскольку в их границах формируются сложные многоуровневые структуры фильтрационной среды, характеризующейся пространственной неоднородностью емкостных и фильтрационных свойств.

Цель исследования – по данным гидролого-гидрохимического мониторинга 2021–2023 гг. на экспериментальных бассейнах Горного Крыма, включающих крупные карстовые водоносные системы (КВС) и речные бассейны, установить составляющие стока и оценить вклад каждого из них. Эта работа была выполнена с использованием метода анализа геохимических данных End-Member Mixing Analysis (EMMA), в котором сочетаются физическая модель смешения источников, построенная на принципе сохранения баланса воды и растворенных веществ, и статистическая процедура анализа – метод главных компонент (МГК).

Для двух речных бассейнов (р. Кучук-Узенбаш, р. Тонас) и трех КВС (источники Аян, Карстовый, р. Кизилкобинка) выполнено обоснование и интерпретация составляющих стока. В качестве стабильных источников питания выделены: эпикарстовые воды, формирующиеся в приповерхностной трещиноватой и выветрелой зоне карстующихся пород; почвенно-склоновые воды; базисные воды, поступающие из зоны аэрации карстовых массивов и циркулирующие у контакта с подстилающими водоупорными породами. На основе применения двухтрассерной, трехкомпонентной модели смешения выполнено расчленение гидрографов всех объектов с оценкой долей составляющих стока на даты гидрохимической съемки. Полученный массив взаимосвязанных расчетных значений по каждой компоненте позволил исследовать структуру стока в бассейнах.

Существенный вклад в сток составляют эпикарстовые воды. Их доли увеличиваются в период паводков, закономерно возрастая с увеличением расхода воды в замыкающих створах. Доли базисного стока по отношению к долям эпикарстовых вод уменьшаются. Почвенно-склоновая компонента в бассейнах – случайная составляющая стока. Выявлены эмпирические зависимости изменения составляющих речного стока от расходов воды в замыкающих створах, а также зависимости между долями эпикарстового и базисного видов стока. Зависимости представляют основу для дальнейшей ресурсной оценки составляющих стока.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 23-27-00236).

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ПОД ПОСАДКАМИ СОСНЫ КРЫМСКОЙ (*Pinus Pallasiana*) КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Дубас В.В.^{1,2,3}, Алексашкин И.В.^{2,3}, Калягина В.О.^{2,3}, Хижняк Ю.С.²

¹ФГБУН ФИЦ «ИнБИОМ им. А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия

²Кардагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «ИнБИОМ им. А. О. Ковалевского РАН», г. Феодосия, пгт. Курортное, Россия

³ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

victoriadubas.VD@gmail.com

Все анализируемые почвы в пределах выбранного модельного участка в ходе полевого определения отнесены к дерново-карбонатным слаборазвитым слабосмытым крупнопылевато-тяжелосуглинистым на элювии известняка (плотный известняк с глубины 7-12 см). От 10% HCl все анализируемые почвы вскипают с поверхности. Реакция почвенного раствора среднещелочная (pH=8,0-8,1). Механический состав анализируемых почв крупнопылевато-тяжелосуглинистый. Целевое использование почв в пределах проектной площадки – насаждения сосны крымской (*Pinus pallasiana*). Подлесок представлен различным крымским разнотравьем и злаками.

Заложение почвенных разрезов произведено согласно общеизвестному методу конверта, а отбор проб почвенно-растительного материала в виду слабой развитости почвенных профилей произведен посредством создания смешанной пробы общей массой 100 г каждая. Качественный и полуколичественный элементный анализ произведен с помощью рентгенофлуоресцентной спектроскопии (приборная база – Rigaku, Япония). Согласно полученным результатам на долю тяжелых металлов (в диапазоне анализатора от кислорода до плутония) в среднем приходится около 30 масс.% от общей массы навески 1 г (рис. 1).

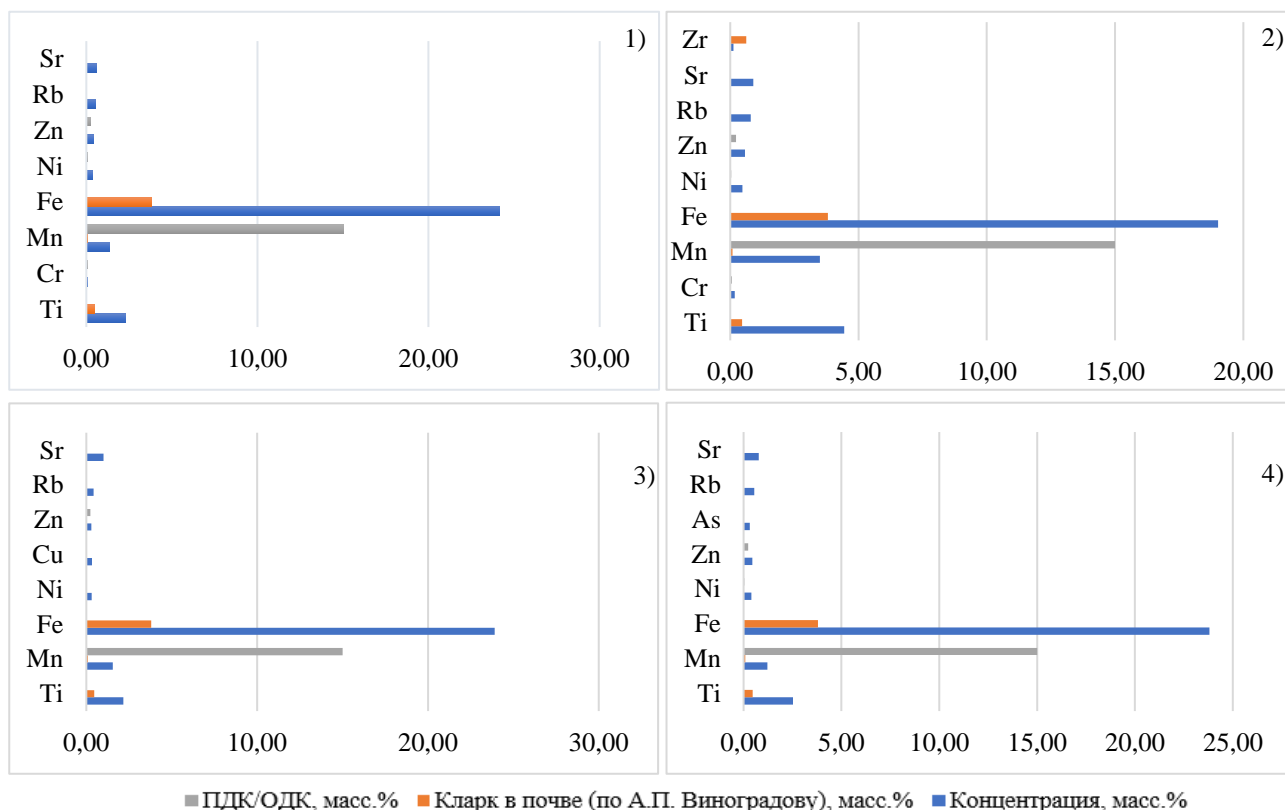


Рисунок 1 – Эколого-геохимическая характеристика почв в пределах заложённых разрезов

Работа выполнена в рамках темы №124052000057-0 «Мониторинг климатически активных веществ в наземных экосистемах Республики Крым в условиях изменения климата и антропогенного воздействия с применением дистанционных методов исследований».

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИМОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ**

Егоркин А.А.^{1, 2, 3}, Конченко Д.О.¹

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

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

³ФГКВОУ ВПО «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова», г. Севастополь, Россия

Изменение климата и антропогенное воздействие оказывают все более ощутимое влияние на приморские экосистемы. Точное прогнозирование состояния окружающей среды в этих регионах становится критически важным для принятия обоснованных решений в области управления ресурсами, охраны природы и адаптации к изменению климата.

На данный момент существует множество методик, на основании которых созданы программные продукты, способные рассчитывать поля распространения загрязняющих веществ в различных компонентах окружающей среды. Наибольшее распространение получили программы расчета распространения загрязняющих веществ в атмосфере и гидросфере. Для проведения расчетов требуется большое количество исходных данных и необходимо длительное время проведения расчетов, высокая квалификация специалиста, проводящего моделирование. В отличие от вышеуказанного подхода применение элементов искусственного интеллекта (ИИ) позволяет учитывать сложные нелинейные взаимосвязи между различными факторами, сократить время и оперативность прогноза (Тунакова и др., 2012). Существующие исследования демонстрируют значительный потенциал применения ИИ для прогнозирования состояния окружающей среды. Однако использование ИИ для комплексной оценки состояния приморских экосистем остается недостаточно изученным.

Цель работы – оценить возможность эффективного использования элементов ИИ для построения прогноза качества окружающей среды приморской территории на примере краткосрочного прогноза концентраций загрязняющего вещества в атмосферном воздухе.

В рамках исследования был проведен анализ данных наблюдений, проводимых с марта по октябрь 2024 г., собранных с помощью комплекса «МетеоДозор», разработанного Севастопольским государственным университетом на основе недорогих датчиков контроля окружающей среды. Из анализа применяемых современных нейросетевых архитектур для исследования были выбраны наиболее подходящие для решения поставленной цели. В качестве основной библиотеки была выбрана Nixtlaverse, которая состоит из библиотек с открытым исходным кодом, разработанных для создания комплексного передового инструментария прогнозирования временных рядов (Benidis et al., 2022).

Результаты исследования позволят разработать эффективный инструмент для мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды приморской территории.

Список использованной литературы:

Тунакова Ю. А., Шагидуллина Р. А., Новикова С. В., Шмакова Ю. А. Оценка воздействия полимерных производств на общий уровень загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Нижнекамска) // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 12. – С. 76–79.

Benidis K., Rangapuram S. S., Flunkert V., Wang Yu. et al. Deep learning for time series forecasting: Tutorial and literature survey // ACM Computing Surveys. – 2022. – Т. 55, №. 6. – С. 1–36.

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОСНОВНЫХ ИОНОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ ДВУХ МАЛЫХ РЕК АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ЗА 15 ЛЕТ (2009–2023 ГГ.)

Жигачева Е.С.¹, Громов С.А.^{1,2}

¹ФГБУ «Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю. А. Израэля», г. Москва

²ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва

zhigacheva@igce.ru

В рамках деятельности программы Сети кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ) на двух малых реках, расположенных в Азиатской части России, ведутся постоянные наблюдения за химическим составом поверхностных вод с 2007 года. Река Переемная принадлежит бассейну оз. Байкал. Вторая река – Комаровка (станция Приморская) – расположена в Приморском крае и принадлежит бассейну Японского моря. Многолетние наблюдения позволяют оценить динамику изменения состояния загрязнения.

Так как отборы проб воды в реках проводятся только 4 (Переемная) или 5 (Комаровка) раз в год, это затрудняет точный расчет потоков выносов наблюдаемых веществ. Поэтому оценка изменения химического состава воды рек проводится по концентрациям веществ.

По осредненным за пятилетние периоды данным отмечается, что для большинства основных загрязняющих веществ значения концентраций выше в водах р. Комаровка, что особенно проявляется для аммония, хлоридов и нитритов. При этом более низкие значения рН наблюдаются на р. Переемной. В период 2014–2018 на р. Комаровке наблюдалось повышение концентраций сульфатов и нитратов, что отразилось в снижении значений рН в этот период. Для Переемной в целом характерно меньше проявление изменений.

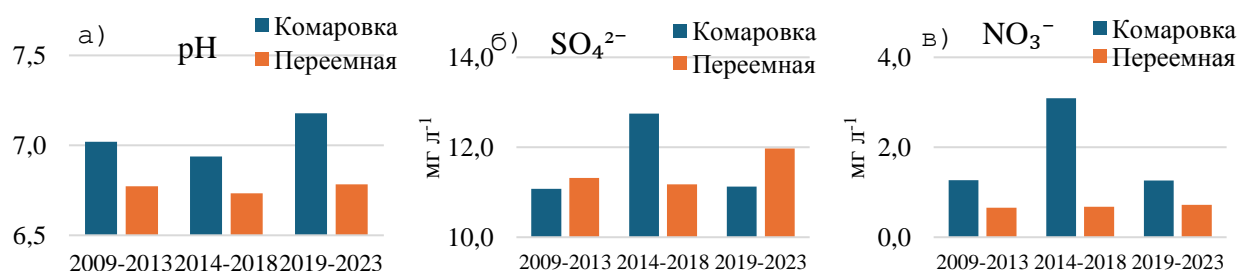


Рисунок 1 – Сравнение средних пятилетних значений показателя рН (а), концентраций сульфатов (мг/л) (б) и нитратов (мг/л) (в)

Для оценки наличия трендов изменений концентраций основных ионов для за 15-ти и 10-ти летние периоды были проведены непараметрический тест Манна-Кендалла и критерий наклона Сена рядов наблюдения при помощи Excel шаблона MAKESENS (Salmi, 2002). На Комаровке статистически значимые возрастающие тренды наблюдались для катионов натрия, калия и кальция (за 15 лет). Тренды снижения концентраций наблюдались для ионов аммония, нитритов, а также для последних 10 лет – у нитратов. Для Переемной определено только заметное снижение концентраций аммония и небольшое возрастание сульфатов. Изменения концентраций других ионов варьировались достаточно сильно за период наблюдения, что не позволило выявить статистически значимых трендов.

Исследование выполнено в рамках темы НИОКТР АААА-А20-120013190049-4 «Развитие методов и технологий мониторинга загрязнения природной среды вследствие трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕЭК ООН: ЕМЕП, МСП КМ) и кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ)». Оценка данных наблюдений сделана в работах по Госзаданию FMWS-2024-0009 №1023032700199-9 Института географии РАН.

Список использованной литературы:

Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T., Amnell T. Detecting Trends of Annual Values of Atmospheric Pollutants by the Mann-Kendall Test and Sen's Slope Estimates – the Excel Template Application MAKESENS. – Helsinki, Finland: Finnish Meteorological Institute, 2002.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПРИОРИТЕТНЫХ ВИДОВ
ГАЗОВОГО ТОПЛИВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НАЦИОНАЛЬНЫХ
КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ CO₂**

*Ильин А.В.¹, Еришов М.А.¹, Савеленко В.Д.¹, Зеленова М.С.²,
Гинзбург В.А.², Зайнулин С.М.², Лытов В.М.^{2,3}*

¹ООО «ЦМНТ», г. Москва, Россия

²ФБГУ «ИГКЭ», г. Москва, Россия

³ФГБОУ ВО МАДИ, г. Москва, Россия

a_ilin@ntwc.ru

Задача о разработке национальных коэффициентов выбросов CO₂ от сжигания выборочных видов газовых топлив была поставлена и выполнена в рамках проекта ВИП ГЗ². На основе экспериментальных и расчетных данных (расчетная модель) проведен анализ состава выбранных видов газовых топлив: сжиженного природного газа (СПГ), компримированного природного газа (КПГ), сжиженных углеводородных газов (СУГ), попутного нефтяного газа (ПНГ), который позволил рассчитать свойства данных топлив, оценить исследуемые параметры и коэффициенты выбросов в натуральных и энергетических единицах в период с 1990 по 2022 гг.

Проведен анализ рынков производства и потребления газовых топлив (1990–2022 гг.), характеристик технологических процессов, используемых на предприятиях-производителях РФ, существующих ограничений по выработке газовых топлив, а также объемов добычи и полезной утилизации ПНГ. В качестве основного источника данных использованы статистические формы, собираемые ЦДУ ТЭК, в дополнение использовалась информация Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), информационно-аналитических агентств и официальных отчетов нефтеперерабатывающих компаний, данные Федеральной таможенной службы.

Единого источника информации о составе КПГ, СУГ или ПНГ по предприятиям-производителям не существует, в связи с чем расчет состава и свойств КПГ, СУГ и подготовленного ПНГ осуществлялся по единому принципу. Для данных газовых топлив опорными документами для расчетной модели стали ГОСТы, регламентирующие свойства или состав соответствующего газового топлива. Исключением стал СПГ, расчет состава которого проводился на основании данных о каждом предприятии-производителе. С помощью расчетной модели сначала формулировались теоретически возможные легкие и тяжелые с точки зрения выбросов углекислого газа составы газовых топлив в соответствии с ограничениями, накладываемыми ГОСТ. Для уточнения крайних значений в составах были собраны базы данных по видам топлив (КПГ, ПНГ и каждой из топливной марок СУГ по крупнейшим производителям). Базы данных были необходимы для доказательства корректности перехода к расчету, основывающемуся на крайних возможных составах газовых топлив согласно нормативной документации. Одновременно с уточнением был осуществлен переход к 95% доверительному интервалу путем проверки попадания свойств топлива, представленного паспортами качества в базах данных в интервалы, обозначенные уточненными легкими и тяжелыми составами. Поскольку все топлива, выпускаемые на территории России обязаны соответствовать ГОСТ, это позволяет расширить покрытие расчетом до 100 %.

Неопределенность расчета газовых топлив оценивалась для двух составляющих: неопределенности расчета состава и свойств. Рассчитанные значения неопределенностей коэффициентов выбросов не превышают 2,5% (кроме ПНГ). Наиболее углеродоемким топливом является СУГ, за которым следует СПГ, КПГ и ПНГ. Значения полученных коэффициентов выбросов для СПГ и КПГ близки к коэффициентам по умолчанию из руководящих принципов МГЭИК 2006 г., для СУГ – отличаются, однако результат корректнее для Российской Федерации, для подготовленного ПНГ коэффициенты определены впервые.

² Важнейший инновационный проект государственного значения, Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.10.2022 г. №3240-р «Об утверждении инновационного проекта «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ»

О ВОЗМОЖНОСТИ ВЛИЯНИЯ СОБЫТИЙ ЭЛЬ-НИНЬО И ЛА-НИНЬЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ПОПОЛНЯЕМОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ МИДИИ У БЕРЕГОВ КРЫМА

Казанкова И.И.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия
ikazani@bk.ru

Исследование потенциальной популяемости черноморской популяции мидии *Mytilus galloprovincialis* с помощью контрольных унифицированных субстратов, поверхность которых была представлена нитчатыми структурами была начата нами в 2008 г. (Казанкова, 2015). Ранее такими субстратами были гладкие стеклянные пластинки (Долгопольская, 1954; Турпаева, 1958; Брайко, 1985).

Экспозицию субстратов проводили в открытых бухтах Южного берега Крыма (бухта Ласпинская бухта, Голубой залив) и полузакрытой акватории у берегов Севастополя на горизонтах глубины от двух до 15 м.

Основные закономерности, полученные нами при измерении потенциальной популяемости, следующие:

- на контрольных субстратах с ворсистой поверхностью численность постличинок мидии, сформировавшихся из осевших личинок, почти на порядок выше, чем на стеклянных пластинках;

- в целом у Южного берега Крыма (далее – ЮБК) потенциальная популяемость на порядок выше, чем у берегов Севастополя;

- в районе ЮБК с глубиной наблюдается увеличение потенциальной популяемости, у берегов Севастополя такая закономерность не выявлена;

- максимальные значения потенциальной популяемости за годовые периоды отмечаются у ЮБК только в первой половине года – с января по июнь, у берегов Севастополя – как весной (март – июнь), так и осенью (октябрь – декабрь);

- в теплый период года (июль – сентябрь) у берегов Севастополя постличинки мидии на контрольных субстратах полностью отсутствуют;

- для исследованных районов характерна значительная межгодовая изменчивость потенциальной популяемости.

В 2017–2022 гг. изучали изменчивость потенциальной популяемости популяции мидии и температурных условий в поверхностном слое моря вблизи выхода из эстуарной зоны Севастополя. Было показано, что в холодные периоды, а именно с ноября 2017 по апрель 2018 и с ноября 2021 по апрель 2022 г. наблюдались выраженные отрицательные и слабовыраженные положительные аномалии среднемесячных значений температуры воды. При этом весной 2018 и 2022 гг. были отмечены высокие значения максимальной потенциальной популяемости, на порядок превосходящие таковые в 2019 и 2020 гг., в холодный период которых наблюдались только положительные температурные аномалии.

Как определено в (Андреева, 2023), в 2017–2018 и 2020–2022 гг. были отмечены события Ла-Нинья, а с конца 2018 по начало 2019 г. – Эль-Ниньо. В связи с этим можно предположить, что глобальные процессы, происходящие в системе океан-атмосфера, влияя на черноморский регион, вызывают изменения в экосистеме Черного моря, которые, в свою очередь, влияют на потенциальную популяемость черноморской популяции мидии.

Список использованной литературы:

Андреева Н. Н., Воскресенская Е. Н., Марчукова О. В. О возможности влияния Эль-Ниньо-Южное колебание на интенсивность роста фитомассы в прибрежной зоне Севастополя // Системы контроля окружающей среды. – 2023. – № 2. – С. 27–35.

Казанкова И. И., Щуров С. В. Способ изучения популяемости поселений мидии, митилястера и анадары в прибрежной зоне Черного моря: патент 2548105 РФ. МПК А01К 61/00 № 2014150175/93/ патентообладатель ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН». Оpubл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РИЗОСФЕРЫ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Киселёва А.А., Шулико Н.Н.

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия

veybender@mail.ru

Анализ ризосферной микрофлоры проводили в почвенных образцах, отобранных в 2023 г. на мелкоделяночном полевом опыте, расположенном в пределах города Омск (южная лесостепь). Исследовано влияние биопрепаратов Мизорин (*Arthrobacter mysorens* 7) и Флавобактерин (*Flavobacterium* sp. L-30.) (производство ВНИСХМ, г. Санкт-Петербург, Пушкин) на микробный ценоз ризосферы новых сортов сельскохозяйственных культур омской селекции яровой мягкой пшеницы Омская 42, Омская 44, Тарская 12. Определение ризосферной микрофлоры пшеницы выполняли с помощью высева на плотные питательные среды: Мишустинной – для олигонитрофилов – разведение 10^{-6} ; среда Муромцева – Герретсена – для микроорганизмов, мобилизующих минеральные фосфаты – разведение 10^{-6} (Теппер, 2004).

В вариантах с применением биопрепаратов, численность олигонитрофилов, микроорганизмов, потребляющих азот атмосферы, возрастало. Наиболее высоким было в вариантах с применением биопрепарата Мизорин на пшенице Омская 44 составляя 44,8 млн КОЕ/г соответственно (при уровне на контроле 34,2 млн КОЕ/г), при применении препарата Флавобактерин на пшенице Тарская 12, составляя 35,7 млн КОЕ/г, при уровне на контроле 27,6 млн КОЕ/г. Стимуляция роста олигонитрофилов при применении инокуляции, видимо, связана с улучшением азотного питания растений за счет фиксации его бактериями из воздуха, в итоге корневая система более мощная, увеличивается потребление азота в ризосфере, что способствует развитию олигонитрофилов, довольствующихся остаточным количеством доступного азота.

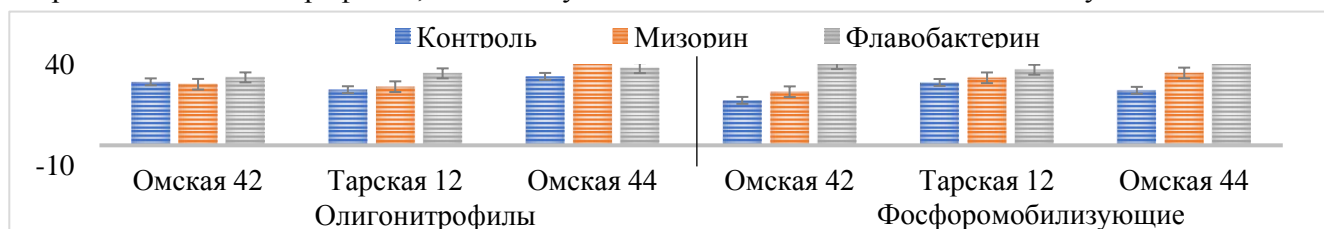


Рисунок 1 – Численность микроорганизмов в ризосфере различных сортов пшеницы при инокуляции, млн КОЕ/г, южная лесостепь (г. Омск)

Численность фосфатмобилизующих микроорганизмов достоверно возростала при применении Флавобактерина на всех сортах пшеницы, увеличение по отношению к контролю составило от 19 и 86%, с наибольшими значениями у сорта Омская 44 (50,9 млн КОЕ/г при уровне на контроле 27,3 млн КОЕ/г). При предпосевной обработке семян Мизорином отмечена лишь тенденция увеличения тестируемой группы, только в варианте Омская 44 наблюдался их всплеск на 32% относительно контроля. Инокуляция ассоциативными diaзотрофами положительно влияет на численность фосфатмобилизующих микроорганизмов и количество подвижного фосфора в ризосфере культур (Белимов, 1990).

Применение Мизорина в посевах мягкой пшеницы стимулировало рост олигонитрофилов на 20% лишь у пшеницы Омская 44. Фосфатмобилизующую группу микроорганизмов активизировало применение Флавобактерина в ризосфере сортов Омская 42, Омская 44 на 81–86 %.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, <https://rscf.ru/project/23-76-10064/>.

Список использованной литературы:

Белимов А. А. Эффективность инокуляции ячменя смешанными культурами diaзотрофов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Белимов А. А. – Л., 1990. – 20 с.

Теппер Е. З. Практикум по микробиологии учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова; под ред. В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.

**АККУМУЛЯЦИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ
В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ ГОРНЫХ ТУНДР ПОЛЯРНОГО УРАЛА:
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

*Королёв М.А.¹, Яковлева Е.В.¹, Габов Д.Н.¹, Шамрикова Е.В.¹,
Жангуров Е.В.¹, Панюков А.Н.¹*

¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия
korolev.m@ib.komisc.ru

Район исследований находится в горной зоне Полярного Урала (хребет Большой Пайпудынский, 67°13'33.3"N; 65°38'04.8"E) и характеризуется выходами нижнедевонских мраморизованных известняков. Объект изучения – почвы элювиальной (6-ПУ), транзитно-аккумулятивной (3-ПУ, 5-ПУ, 7-ПУ, 8-ПУ) и аккумулятивной (2-ПУ, 1-ПУ) позиций 1,5-километровой катены. Выявленному разнообразию типов и подтипов почв способствует сочетание ландшафтно-геоморфологических условий и специфики карбонатных почвообразующих пород (Шамрикова, 2020).

Определение содержания ПАУ в почвах и растениях выполняли методом ВЭЖХ. Экстракцию ПАУ проводили методом ускоренной экстракции растворителями (ASE) из 1 г образца смесью хлористый метилен:ацетон (1:1) при 100°C. Экстракты концентрировали, растворитель заменяли на гексан. Очистку от примесей осуществляли колоночной хроматографией на оксиде алюминия с использованием смеси гексан:хлористый метилен (4:1). Анализ очищенных концентратов выполняли методом ВЭЖХ. Контроль точности проводили с применением сертифицированных стандартных образцов.

Содержание ПАУ в наземной биомассе растений участков колеблется в диапазоне 35–110, в почвах – 6–190 мкг/кг. Биомасса характеризуется преобладанием легких ПАУ (97–100% от общей суммы), за исключением участка (2-ПУ) (80%). Состав наземной биомассы оказывает значительное воздействие на содержание ПАУ в почвах. Это подтверждает подобие качественного состава и тесная связь содержания индивидуальных ПАУ органогенных горизонтов и биомассы соответствующих участков $R^2 = 0,79–0,97$ ($P = 0,95$), которая последовательно снижается с глубиной в нижележащей толще $R^2 = 0,57–0,87$ ($P = 0,95$). В почвенных профилях, кроме пятна на участке (6-ПУ), наблюдается накопление ПАУ в органогенных горизонтах. И в почвах, и в растениях доминируют легкие ПАУ, преимущественно нафталин и фенантрен.

Тяжелые ПАУ, такие как бенз[а]пирен, обладают канцерогенным действием и отнесены в РФ к I классу опасности. ПДК бенз[ghi]перилена в почвах составляет 20 мкг/кг, однако в биомассе и почве участка 2-ПУ содержание этого канцерогена достигает 6,3 мкг/кг. Биоаккумуляция токсикантов в системе «почва-растение-животное» представляет риск для агропромышленного комплекса Крайнего Севера, учитывая российский регламент, ограничивающий содержание бенз[а]пирена в мясе и мясопродуктах до 1 мкг/кг.

Требуется регулярный мониторинг накопления ПАУ в почвах и растительной продукции территории для контроля их возможного поступления по пищевым цепям в организм животных и человека. В дальнейшем планируется изучить состав мышечных тканей оленей на содержание ПАУ.

Исследования выполнены в рамках гранта РНФ № 24-27-00231 «Карбонатные почвенно-мерзлотные геосистемы Полярного Урала: полигенез, эволюция, классификация».

Список используемой литературы:

Шамрикова Е. В., Жангуров Е. В., Кулюгина Е. Е., Королёв М. А., Кубик О. С., Туманова Е. А. Почвы и почвенные покровы горно-тундровых ландшафтов Полярного Урала на карбонатных породах: разнообразие, классификация, распределение углерода и азота // Почвоведение. – 2020. – № 9. – С. 1053–1070.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СВЯЗИ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI С ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ И ОСАДКАМИ

Красовская В.С., Воскресенская Е.Н.

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

VladislavaKrasovskay@gmail.com

Изменение климата оказывает значительное влияние на растительность Крымского полуострова. Повышение температуры и уменьшение осадков особенно в летний сезон могут привести к трансформации экосистем региона (Дидух, 1992; Трансформация, 2010), что проявляется в изменении структуры растительности. Одним из ключевых индикаторов реакции растительности на климатические изменения является нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI), который демонстрирует количество фотосинтетически активной биомассы. Изучение связи NDVI с метеорологическими параметрами, такими как температура и осадки, позволяет лучше понять динамику геосистем и оценить последствия для биоразнообразия экосистем.

Для исследования связи NDVI с метеорологическими параметрами были использованы данные о температуре и осадках, полученные с 24 метеостанций Крыма за период с 2000 по 2022 год. Данные о вегетационном индексе (NDVI) были собраны с помощью спутниковых сенсоров MODIS/Terra (MOD13Q1) (NASA, 2023) с 250-метровым пространственным и 16-дневным временным разрешением за вегетационный период (апрель-октябрь) с 2000 по 2022 г. включительно. На этой основе были созданы массивы точек вокруг метеостанций, отобранные по классу растительности: лиственные леса, хвойные леса, степи, степи яйл и можжевеловые леса. Преобразование 16-дневных данных NDVI в месячные было выполнено методом взвешенных коэффициентов. Для выявления корреляции NDVI с температурой и осадками использовался коэффициент корреляции Пирсона, а его значимость оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования подтвердили статистически значимую связь NDVI с температурой и осадками при уровне достоверности 90%. Коэффициенты корреляции NDVI и температуры варьировались в зависимости от типа растительности и временных запаздываний. В лесных экосистемах, таких как Ай-Петри и Ангарский перевал, наблюдалась положительная корреляция (0,69–0,7) с температурой, тогда как в степных районах (Джанкой, Керчь, Белогорск) корреляция была отрицательной (–0,35– –0,58). Осадки имели большее влияние на NDVI в степных геосистемах при положительной корреляции (0,20–0,26), указывает на наличие зависимости растительности от уровня увлажнения.

Выявлено, что в лесных экосистемах температура играет ключевую роль в изменении NDVI, демонстрируя положительную корреляцию, особенно при краткосрочных временных запаздываниях. В степных районах, напротив, температура оказывает отрицательное влияние, а осадки становятся определяющим фактором в поддержании и увеличении NDVI. Результаты могут быть полезны для дальнейшего прогнозирования изменений растительности в условиях климатических изменений и помогут в разработке мероприятий по сохранению биоразнообразия в регионе.

Список использованной литературы:

Растительный покров горного Крыма, Дидух Я.П.: (Структура, динамика, эволюция и охрана) / Я. П. Дидух; АН Украины. Ин-т ботаники им. Н. Г. Холодного. – Киев: Наук. думка, 1992. – 269 с.

Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке – начале XXI века / Т. В. Бобра, В. А. Боков, Л. Я. Гаркуша [и др.]. – Симферополь: ДОЛЯ, 2010. – 304 с.

NASA Science Strategy: website. – URL: [https:// science.nasa.gov/about-us/science-strategy](https://science.nasa.gov/about-us/science-strategy) (дата обращения: 28.12.2023).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА

Куликова А.П.¹, Егоркин А.А.^{1,2,3}

¹ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³ФГКВООУ ВПО «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды училище им. П. С. Нахимова», г. Севастополь, Россия

Современное промышленное развитие сопровождается все более возрастающим негативным воздействием на атмосферный воздух, приводящим к загрязнению окружающей среды. В связи с этим точное прогнозирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере является важной задачей для смягчения последствий антропогенной деятельности. Особенности рельефа и городской застройки оказывают значительное влияние на динамику движения воздушных масс, что в свою очередь является важным фактором для распространения загрязняющих веществ.

Целью работы является изучение влияния метеорологических условий на распространение загрязняющих веществ в атмосфере с учетом условий сложного рельефа приморской территории. Для достижения цели при проведении исследования были проанализированы основные источники выбросов загрязняющих веществ исследуемой территории, особенности гидрометеорологических условий в выбранной местности, смоделированы ситуации возможного загрязнения выбранной территории с учетом сухого и влажного осаждения.

Моделирование проводилось с использованием мезомасштабной модели (GRAMM) в сочетании с Лагранжевой моделью (GRAL) (Berchet et al., 2017; Graz..., 2024).

Данные модели в программном комплексе связаны через граничные условия. Чтобы учесть влияние сложного рельефа при моделировании была построена детальная цифровая модель местности изучаемой территории для каждой модели. Сочетание двух моделей позволяет учитывать рельеф поверхности, изменение метеоусловий в пространстве и во времени, учесть вертикальную структура пограничного слоя, описать работу источников загрязнения, работающих ограниченное время, получить характеристики для наземных источников.

Использование такого сочетания даёт более точную оценку влияния загрязняющих веществ на окружающую среду и возможность прогнозирования концентраций веществ.

В результате проведенного анализа выявлены метеорологические условия и районы местности, в которых образуется застой с повышенным уровнем концентраций загрязняющих веществ. Было проведено исследование ситуаций с учетом эффекта влажного осаждения в периоды, когда образовалось наибольшее количество осадков. Образовавшиеся зоны с повышенными концентрациями загрязняющих веществ свидетельствуют о важности учета этого обстоятельства, так как предполагаемые осадки могут поступать в акваторию приморской территории, провоцируют загрязнение прибрежных вод. При оценке риска здоровью и окружающей среде стоит обратить особое внимание на эти зоны.

Список использованной литературы:

Berchet A., Zink K., Oetli D., Brunner J., Emmenegger L., Brunner D.: Evaluation of high-resolution GRAMM–GRAL (v15.12/v14.8) NO_x simulations over the city of Zürich, Switzerland // Geosci. Model Dev. – 2017. – Vol. 10, No. 9. – P. 3441–3459. – DOI 10.5194/gmd-10-3441-2017.

Graz Lagrangian Model: website. – URL: <https://gral.tugraz.at/> (access date: 17.02.2024).

**РАЗРАБОТКА ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ
ЦИФРОВОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ**

Лей В.А., Нурзай В.А., Гаврисенко С.Л.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
VALey@sevsu.ru

Современная среда обитания включает в себя большое количество источников негативного воздействия на человека и природу, а развитие современных информационных технологий даёт возможность создания новых систем контроля и учёта источников антропогенного воздействия. Наблюдается рост интереса к проблемам загрязнения среди ученых во всём мире, что подтверждается мета-анализом (Feng et al., 2024).

Основным требованием к подобным системам является возможность точной привязки к местоположению, а также возможность получения полной информации о объектах воздействия на окружающую природную среду. Таким функционалом обладают географические информационные системы (ГИС), которые обеспечивают сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственно-координированных данных, а также получение на их основе новой информации и знаний (Шихов и др., 2017). Применения ГИС даёт возможность осуществить цифровую инвентаризацию объектов воздействия на окружающую среду для их учёта, получения оперативного доступа к информации о расположении, объёмах и видах загрязнителей, что существенно упрощает процессы принятия решений в области охраны окружающей среды и природопользования.

Для апробации применения системы была поставлена цель инвентаризировать наиболее значимые по валовому выбросу стационарные объекты загрязнения атмосферного воздуха города Севастополя в общем количестве – 19 штук (Зонирование..., 2022). Также для каждого предприятия были выделены загрязняющие вещества со значением по критерию 0,1 ПДК. Среди этих объектов: предприятия теплоснабжения, хранения нефтепродуктов, обращения с ТКО, производственные предприятия – объекты воздействия на атмосферу и иные организации города Севастополя, предоставляющие отчетность о своём воздействии на атмосферный воздух.

В российской закрытой программной оболочке «ДатумГИС» была сформирована карта с привязкой объектов воздействия на окружающую среду по адресам, с указанием валового объёма выброса, перечня загрязнителей по показателю 0,1 ПДК и их объёмов. Для визуализации воздействия на окружающую природную среду точка привязки каждого предприятия имеет разный диаметр и цветовую насыщенность.

Система создана с возможностью удалённого доступа и наполнения для реализации заявленных целей цифровой инвентаризации и представляет интерес для дальнейшего развития комплексного цифрового экологического анализа территории.

Список использованной литературы:

Зонирование территории г. Севастополя для организации мониторинга загрязнения атмосферы / С. А. Гутник, Е. И. Азаренко, Г. А. Сигора [и др.] // Системы контроля окружающей среды. – 2022. – № 1(47). – С. 66–73. – DOI 10.33075/2220-5861-2022-1-66-73.

Шихов А. Н., Черепанова Е. С., Пьянков С. В. Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учеб. пособие / А. Н. Шихов, Е. С. Черепанова, С. В. Пьянков. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. – 88 с.

Feng T., Sun Y., Shi Y., Ma J., Feng C., Chen Z. Air pollution control policies and impacts: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2024. – Vol. 191. – 114071. – DOI 10.1016/j.rser.2023.114071.

ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ: ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ИНДИКАТОРОВ

Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В.

ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва, Россия
v.a.lobkovskiy@igras.ru

Нейтральный баланс деградации земель (НБДЗ, Land Degradation Neutrality) – новейшая концепция и методология Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО), главная стратегическая линия КБО ООН на период до 2030 года. Она полностью отвечает Целям устойчивого развития (ЦУР), в частности в задаче 15.3. впрямую указывается на необходимость стремиться: «...достичь нейтрального баланса деградации земель на глобальном уровне («...к тому, чтобы во всем мире не ухудшалось состояние земель»))» (Повестка ...,2015).

Возможность достижения НБДЗ оценивается по значению трендов (улучшение/ухудшение/стабильность) трех индикаторов НБДЗ – динамики наземного покрова, динамики продуктивности земель, динамики запасов почвенного органического углерода. Анализ полученного результата позволяет рассчитать значение индикатора ЦУР 15.3.1 «Отношение площади деградировавших земель к общей площади земель». Расчет производится за определенный базовый период (по умолчанию 2000–2015 гг.), в специально разработанном расчетном модуле Trend.Earth («Тренды.Земля») открытой геоинформационной системы QGIS. Исходная информация - глобальные базы данных по указанным индикаторам НБДЗ (ESA CCI LC; NDVI – AVHRR, MODIS, PROBA; ISRIC),

Данный подход позволяет провести оценки стран по единой методологии, обеспеченной однотипными данными на значительный временной период.

Как показали наши исследования (Национальный ..., 2019; Лобковский и др., 2022), в условиях России индикаторы НБДЗ не всегда отражают физико-географические, социально-экономические, институциональные и управленческие особенности страны. Выявлена также недостаточная достоверность глобальных данных для территории России (ошибки распознавания переходов наземного покрова, недостаточность данных для некоторых территорий и др.), при оценке не учитывается качественная составляющая оценки земель.

Для решения данной задачи на первом этапе нами проведено научное обоснование новых терминов, связанных с концепцией НБДЗ и их адаптация для России. Проведен анализ существующих национальных систем мониторинга, установлены возможности взаимной адаптации разных систем мониторинга на базе международных подходов.

Далее нами проведена систематизация индикаторов и показателей деградации земель, разработан алгоритм адаптации глобальных и национальных индикаторов. Это позволило предложить структуру индикаторов и показателей национальной системы оценки, а также примерный перечень индикаторов для оценки как динамики состояния земель, так и их текущих качественных характеристик для территорий различного уровня управления (страна в целом, регион, район, локальный уровень).

Список использованной литературы:

Лобковский В. А., Андреева О. В., Куст Г. С. Интеграция международной и национальной систем мониторинга и оценки деградации земель в России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2022. – № 86(1). – С. 9–27. –DOI 10.31857/S2587556622010095.

Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)». – М.: ООО «Изд-во МБА», 2019. – Т. 2. – 476 с.

Резолюция A/RES/70/1 Генеральной Ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 г. N 70/1 «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года».

**CFD – МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ С УЧЕТОМ ВТОРИЧНЫХ
ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ**

Лукина М.Д.¹, Егоркин А.А.^{2,3,4}

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

²ФГБНУ «Институт природно-технических систем», г. Севастополь, Россия

³ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

⁴ФГКВОУ ВПО «Черноморское высшее военно-морское ордена Красной Звезды
училище им. П. С. Нахимова», г. Севастополь, Россия

Загрязнение воздуха в настоящее время является серьёзной экологической проблемой. При анализе распространения загрязняющих веществ в урбанизированных районах приморских территорий особое внимание следует уделять совместному учету наличия препятствий в виде зданий и сооружений, а также влиянию вторичных химических реакций на увеличение концентраций загрязняющих веществ в зонах застоя.

Распределение зданий на урбанизированной территории является причиной сложных схем движения воздушных потоков и, как следствие, неоднородному распределению загрязняющих веществ по территории. Основными загрязнителями на таких территориях являются оксид азота (IV), оксид углерода (II) и твёрдые частицы, которые могут вступать в химические реакции как между собой, так и с другими химическими веществами с образованием вторичных загрязнителей с еще большей опасностью.

Целью работы является исследование совместного влияния протекания химических реакций и динамических процессов перемешивания загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха урбанизированных приморских территорий.

В настоящее время перспективным методом моделирования для точного прогноза складывающейся экологической ситуации с учетом химических превращений является применение вычислительных гидродинамических моделей (CFD-модель), реализованных в программных продуктах. Этот подход дает точное понимание и учет процессов, протекающих в ограниченных замкнутых урбанизированных территориях, а также их способность работать со сложными формами агломераций зданий.

Также в работе при моделировании учитывались температурные параметры поверхностей стен и сооружений при различных суточных изменениях и влияние этих параметров на распространения загрязняющих веществ.

Подход к оценке негативного воздействия на атмосферный воздух с использованием моделирования рассеивания загрязняющих веществ на урбанизированных приморских территориях с учетом вторичных химических превращений, основанный на CFD-моделировании, представляет собой численное решение фундаментальных химических уравнений, содержит результаты учета детальной трёхмерной геометрии и местных условий окружающей среды. Он способен обеспечить более точные решения, чем существующие нормативные модели оценки качества атмосферного воздуха.

Список использованной литературы:

Sanchez B., Santiago J.-L., Martilli A., Palacios M., Kirchner F. CFD modeling of reactive pollutant dispersion in simplified urban configurations with different chemical mechanisms // Atmos. Chem. Phys. – 2016. – Vol. 16. – P. 12143–12157. – DOI 10.5194/acp-16-12143-2016.

**ВЛИЯНИЕ ФЛЮИДОВ СИПОВ БУХТЫ ЛАСПИ НА ГИДРОСФЕРУ,
АТМОСФЕРУ И БИОСФЕРУ (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**

Лысенко В.И.

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

В наши дни при изучении морских глубин внимание уделяется исследованию состава и объемов выбросов флюидов сипов и биоценозом вокруг них. Из-за больших глубин сложно выполнить работы по их изучению. Сипы в бухте Ласпи находятся на глубинах до трех метров и являются полигоном, где легко можно взять пробы флюидов и установить объемы выбросов. При исследовании сипов в бухте Ласпи актуальной значимостью является установления их влияния на геологические, гидрологические и биологические процессы вокруг них.

Целью наших исследований являлось изучение состава и объемов флюидов из холодных сипов и их влияния на природные процессы.

Сипы приурочены к местам пересечения Ласпинского и Берегового разломов. Выходы пузырьков газа находятся на поверхности построек. Кроме струйного выделения, в пустотах построек отмечается диффузионный флюид. За двадцатилетний период наблюдения установлено, что объемы выбросы газов не постоянны в течение часа, суток и сезонов года. За период наблюдений из них в атмосферу поступило до 9192 м³ газовых флюидов.

Не стабильные выбросы объемов флюидов сопровождаются не постоянным их составом. Флюиды холодных сипов в своем составе имеют большой букет углеводородных и не углеводородных газов. Углеводородные газы представлены в основном CH₄. В незначительном количестве присутствуют C₂H₈, C₂H₆, C₃H₈, C₃H₆, C₄H₁₀, iC₄H₁₀, nC₅H₁₂ и iC₅H₁₂. Во флюидах содержатся N₂, O₂, CO₂ и He. В малых концентрациях в выбросах газа содержатся сернистые газы: CS₂, COS и H₂S.

Соленость воды около сипов изменяется от 6,8 до 14,7‰, что указывает на присутствие во флюидах опресненных водных растворов. Их объемы незначительны, но выбросы растворов имеют некоторую периодичность. По концентрациям солей и геохимических элементов водные растворы флюидов отличается от морской воды в бухте Ласпи.

Выбросы газов и водных растворов флюидов бухты Ласпи имеют не значительные объемы. В тоже время подобных выходов дегазации в прибрежных частях морей и океанов существует значительное множество. На них редко обращают внимание, но их суммарные выбросы газов и водных растворов за большой промежуток времени оказывают влияние на эволюционные изменения атмосферы и гидросферы.

Уникальными объектами в бухте Ласпи являются гряды пляжных бактериальных построек. Сообщества микроорганизмов создают из метана и сероводорода флюидов не только органическое вещество, но производят карбонатный материал и сульфиды. Об образовании цемента кальцита сообщества прокариот и архей свидетельствуют результаты δ¹³C (–20,93 и –20,83‰). Постройки своей формой отличаются от трубовидных или плоских строений Черного моря. С ними связаны местные «оазис жизни» среди безжизненного окружения рыхлых пляжных отложений. Поверхности построек покрыты зарослями водорослей и колониями мшанок. На них встречаются 12 видов полихет и многочисленные раковины моллюсков, которые находятся в симбиозе с метанотрофными и метаногенными микроорганизмами.

В результате исследований установлено, что около сипов находятся пляжные бактериальные постройки, которые являются уникальными геолого-биологическими объектами. Их формирование происходило за счёт переработки глубинных флюидов прокариотами и археями в карбонат и органическое вещество. Микроорганизмы являются санитарами по защите атмосферы от поступлений метана и углекислого газа. Кроме этого, газ пузырьков и водные растворы флюидов участвуют в эволюционном изменении современной атмосферы и гидросферы. Они являются главными контролерами её состава.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИПТС № госрегистрации 124020100120-9.

ЛИПИДНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПОЧВ ПОЛЯРНОГО УРАЛА НА КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ (ХРЕБЕТ БОЛЬШОЙ ПАЙПУДЫНСКИЙ)

Лю-Лян-Мин Е.И., Груздев И.В., Шамрикова Е.В., Жангуров Е.В.

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия
gruzdeva.katua94@yandex.ru

Экстремальные области в силу своей труднодоступности остаются неизученными. Основные представления о почвах северной части Уральского горного хребта получены по легко достижимым в транспортном отношении районам. Менее исследованными остаются почвы сформированные на продуктах выветривания плотных карбонатных пород. Важнейшим направлением почвообразования в этих объектах являются процессы гумусообразования и гумусонакопления (Шамрикова и др., 2020).

Органическая часть почвы включает вещества, относящиеся по химическому составу и строению к различным классам соединений. Высшие карбоновые кислоты являются самой представительной группой органических соединений почвы, входящие как в состав липидов почвенной микробиоты, так и содержащиеся в свободном виде. Каждая почва может быть охарактеризована индивидуальным набором жирных кислот (ЖК), что позволяет использовать данную группу соединений в качестве индикаторов химических и биохимических процессов, протекающих в почвах на современном и предшествующих этапах их формирования (De Carvalho, 2018).

Цель работы – разработка новых методических подходов извлечения и определения липидных компонентов почв, а так же исследование состава липидных компонентов почв Полярного Урала на карбонатных породах хроматографическими методами.

Повышение селективности определения целевых компонентов в анализируемых пробах – основная проблема, с которой сталкиваются исследователи в связи со сложностью состава и многокомпонентностью объекта. Известные методики газохроматографического определения жирных кислот в почве предполагают проведение длительной пробоподготовки с обязательным разделением стадий извлечения и дериватизации анализируемых соединений. В данной работе рассматривается подход, предполагающий совмещение стадий экстракции и дериватизации анализируемых соединений. Предлагаемый вариант позволяет также повысить селективность определения алканов и жирных спиртов.

В докладе будут приведены преимущества разработанного подхода, способы хроматографической идентификации анализируемых соединений, а также возможности применения получаемой информации о содержании жирных кислот в образцах почв для характеристики почвенной микробиоты.

В ходе исследований идентифицировано пятьдесят жирных кислот, представляющих пять гомологических рядов (одно-, двухосновные, мононенасыщенные, одноосновные нелинейного строения, монооксикарбоновые кислоты). Общее содержание ЖК в почвенных профилях существенно колеблется – 0,2–3,5 мг/г. Снижение массовой доли ЖК с глубиной пропорционально уменьшению содержания углерода органических соединений. Суммарное количество жирных кислот в наземной биомассе до 2 раз выше по сравнению с соответствующими органогенными горизонтами. Биомасса мхов характеризуется меньшим количеством ЖК по сравнению с биомассой травянистых растений, кроме того, в составе первых выражено накопление кислот с большим количеством атомов в цепи (C₂₂–C₂₈).

Исследования выполнены в рамках гранта РФФИ № 24-27-00231 «Карбонатные почвенно-мерзлотные геосистемы Полярного Урала: полигенез, эволюция, классификация».

Список использованной литературы:

Шамрикова Е. В., Жангуров Е. В., Кулюгина Е. Е. и др. Почвы и почвенные покровы горно-тундровых ландшафтов Полярного Урала на карбонатных породах: разнообразие, классификация, распределение углерода и азота // Почвоведение. – 2020. – № 9. – С. 1053–1070.

De Carvalho C., Caramujo M. J. The various roles of fatty acids // Molecules. – 2018. – Vol. 23, No. 10. – P. 2583.

**ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ХВОЕ ЮЖНОГО БЕРЕГА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

Ляпина Е.Е.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
г. Томск, Россия
eeldv@mail.ru

Хвоя как чуткий биоиндикатор экологического состояния атмосферного воздуха наряду с эпифитными видами лишайников, листьями тополя вследствие кумулятивного эффекта отражает даже слабые воздействия промышленных и селитебных источников воздействия. Показывает суммарное действие всех без исключения важных для компонентов природной среды воздействий человеческой деятельности и геохимические особенности территорий. Указывает тенденции и степень негативного воздействия на человека. Позволяет спрогнозировать состояние компонентов в отдельности и окружающей среды в целом в будущем. Хвоя отражает состояние атмосферного воздуха как за один вегетационный период так и до 5 лет. В ходе деструкции хвойной подстилки, накопленные ее вещества участвуют в формировании химического состава почвенного покрова, поверхностных и подземных вод.

Отбор проб хвои проводился в конце вегетационного периода 2021 года на территории рекреационных зон (парки, набережные, аллеи) населенных пунктов южного берега Республики Крым: г. Севастополь (включая район Балаклава), Ялта (набережная, винзавод «Массандра»), Бахчисарай, пос. Мисхор (набережная, г. Ай-Петри) (8 точек). Всего отобрано 15 проб хвои сосны крымской (*Pinus pallasiana*), ели обыкновенной (*Picea abies*), лиственницы европейской (*Larix decidua Repens*), пихты алжирской (*Abies numidica*) и можжевельника вонючего (*Juniperus foetidissima*).

Пробы хвои изучались методом инструментального нейтронно-активационного анализа на базе Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко). Содержание Hg в пробах определяли на анализаторе ртути РА-915+, методом атомной абсорбции с помощью приставки ПИРО-915.

В ходе исследования определены особенности накопления 28 химических элементов: Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Hg, Th, U в зависимости от места произрастания, вида хвойного дерева. Выполнены расчеты геоэкологических показателей концентрирования химических элементов. Выявлены геохимические параметры источников поступления элементов в хвою.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА
В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АБХАЗИЯ**

Марандиди С.И.¹, Ахсалба А.К.², Кишмария Я.Ш.²

¹Институт экологии Академии Наук Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия

²Абхазский Государственный Университет, г. Сухум, Республика Абхазия
sofa-291088@mail.ru, asida_cen@mai.ru,

Выбросы метана (СН₄) в настоящее время составляют порядка 20% от всех парниковых газов, что делает его вторым по значимости газом после диоксида углерода (СО₂, 70%). СН₄ гораздо эффективнее удерживает тепло, чем более распространенный СО₂, а, значит, вносит больший вклад в потепление на единицу массы (Ахсалба и др., 2023; Егоров, 2011; Бажин, 2000).

Согласно данным графика временных рядов метана, полученного с помощью Giovanni NASA, для территории Абхазии за сентябрь 2002 г.–июль 2024 гг., наблюдается повышение концентрации СН₄ с минимальным значением 1819,52 ppbv в 2002 году и максимальным значением 1956.14 ppbv в 2024 году. За рассмотренный временной период концентрация метана увеличилась на 136,62 ppbv.

По данным Global Monitoring Laboratory в апреле 2023 года концентрация метана составляла 1920,56 ppb, а в апреле 2024 года – 1931,91 ppb. Видно, что концентрация СН₄ увеличилась на 11,35 ppb за прошедший год.

Анализ среднемесячного содержания метана в атмосферном воздухе прибрежной полосы Абхазии за 2017–2020 гг., полученным газоанализатором МАГ-6П, показал, что за указанный период концентрации СН₄ не превышали 1,2% об. Максимальные значения наблюдаются в летний период и составили наибольшее значение 1,07% об. в августе 2019 года. Минимальные же значения приходятся на зимне-весенний период.

Таким образом, Черное море – крупнейший в мире меромиктический бассейн, воды которого насыщены метаном. Нами выявлены минимальные значения концентрации метана с января по май месяц, в среднем 0,2 % об, с июня по декабрь максимальные – в среднем 1% об. Региональные изменения позволили оценить источник СН₄ и показать, что влияние на содержание метана в атмосфере оказывает, главным образом, поверхность Черного моря.

Список литературы:

Ахсалба А. К., Марандиди С. И., Эмба Я. А. Тенденции изменения концентраций парниковых газов на территории Республики Абхазия на основе дистанционных методов наблюдений // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Владикавказ, 04–08 октября 2023 года. – Москва: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, 2023. – С 431–436.

Бажин Н. М. Метан в атмосфере // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 3. – С. 52–57.

Егоров В. Н. Метановые сипы в Черном море: средообразующая и экологическая роль: монография / В. Н. Егоров, Ю. Г. Артемов, С. Б. Гулин. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. – 405 с.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СООТНОШЕНИЕ БИОМАССЫ
ЖЕЛЕТЕЛОГО И КОРМОВОГО ЗООПЛАНКТОНА В МИРОВОМ ОКЕАНЕ**

Мегер Я.В., Пионтковский С.А.

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
meger_yakov@mail.ru, spiontkovski@mail.ru

Одна из важных задач полевых исследований значений биомассы различных структурных групп пелагических сообществ состоит в выявлении закономерностей их крупномасштабного пространственного распределения. Зоопланктон является важным звеном трофической структуры, обеспечивающим трансформацию вещества и энергии от фитопланктона к мелким пелагическим рыбам. В кормовом зоопланктоне, входящим в рацион мелких пелагических рыб, ракообразные (Copepoda) размерного диапазона 0,2–2,0 мм играют главную роль. В не кормовом зоопланктоне эта роль, по биомассе, принадлежит желетелым организмам, которые являются трофическим тупиком в том смысле, что переводят часть потока органического углерода из пастбищной цепи в детритную. В аспекте исследований пространственной структуры пелагических экосистем важно понять, как соотносятся биомассы желетелого и кормового зоопланктона в водах шельфа и в открытом океане (Пионтковский и др., 2023а; Пионтковский и др., 2023б).

Целью исследования была проверка гипотезы о наличии отрицательного тренда в крупномасштабной пространственной изменчивости биомассы желетелого зоопланктона в направлении от континентального шельфа в океанические воды. Для этого был выполнен анализ 223-х 5-градусных квадратов измерения в которых извлечены из международных баз данных и литературных источников. Также в дополнение к этому, для 393 5-градусных квадратов рассчитано соотношение биомассы желетелого и кормового зоопланктона.

Расчеты показали, что, несмотря на большую вариабельность пространственного распределения биомассы желетелого зоопланктона, уменьшение его биомассы в направлении от шельфа в открытые воды статистически достоверно для всего океана. Медиана биомассы в водах северного полушария Мирового океана десятикратно превышает таковую в южном. Медиана соотношения биомассы желетелого и кормового зоопланктона в северном полушарии также выше. Величины биомассы желетелого зоопланктона и их статистически значимая связь с величиной потока углерода на нижней границе эвфотической зоны указывают на важную роль этой фракции в формировании вертикальной составляющей потока углерода в пелагиали Мирового океана.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-24-00007).

Список использованной литературы:

Пионтковский С. А., Минский И. А., Мегер Я. В. Многолетняя изменчивость биомассы океанического зоопланктона // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2023а. – Т. 6, № 3. – С. 52–65.

Пионтковский С. А., Минский И. А., Мегер Я. В. Соотношение биомассы желетелого и кормового зоопланктона в Мировом океане // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2023б. – Т. 8, № 1. – С. 94–98.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕЧЕНИЯ ГИДРОБИОНТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Мельникова Е.Б.

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

helena_melnikova@mail.ru

В современный период Чёрное море испытывает сильную антропогенную нагрузку, складывающуюся из множества факторов, одним из которых является загрязнение тяжелыми металлами. Поступление тяжелых металлов в морскую среду происходит в результате выбросов при высокотемпературных процессах в черной и цветной металлургии, при обжиге цементного сырья и сжигании минерального топлива, орошения водами с повышенным содержанием тяжелых металлов, внесения осадков бытовых сточных вод в почвы в качестве удобрения и др. Планктонные сообщества, одной из характеристик функционирования которых является интенсивность свечения фитопланктонных организмов, обладают свойством быстрого реагирования на изменения в экосистеме, и поэтому могут служить оперативным индикатором действия на неё различных факторов среды обитания, включая загрязнения тяжелыми металлами (Евстигнеев, 1990; Евсеева и др., 2020; Мельникова, 2014; Токарев и др., 2016).

В докладе приведены графики изменения интенсивности свечения гидробионтов при различных уровнях концентраций загрязнителей.

Отмечены особенности изменения интенсивности свечения гидробионтов на примере *Noctiluca scintillans* на различные уровни концентраций солей железа, свинца, меди, цинка и ртути. Показано, что при воздействии катионов свинца более 1–2 суток наблюдается ингибирование интенсивности свечения, которая в дальнейшем не восстанавливается.

Катионы тяжёлых металлов обладают такими свойствами, как поливалентность, высокая реакционная способность, биологическая активность, благодаря этому металлы принимают участие практически во всех физико-химических, химических и биологических процессах, протекающих в гидробионтах, а изменение их концентрации в среде обитания отражается на протекающих процессах и особенностях развития гидробионтов.

Следует отметить, что в лабораторных условиях обычно исследуется влияние только одного какого-либо токсиканта в дозированных концентрациях. Однако в реальных условиях на процессы жизнедеятельности гидробионтов оказывает воздействие одновременно ряд факторов имеющих, в том числе, суммарное, синергическое или компенсационное воздействие. Поэтому необходимо продолжить исследования изменений интенсивности свечения гидробионтов в реальных условиях с учётом совместного влияния различных факторов загрязнения, создать базу данных сезонных изменений интенсивности свечения гидробионтов в нормальных условиях и с учётом воздействия загрязняющих веществ. Далее эта база данных может быть использована для идентификации произошедших экологических изменений морской среды по наблюдаемым изменениям интенсивности свечения гидробионтов.

Список использованной литературы:

Евстигнеев П. В. Влияние ряда токсических соединений на биолюминесценцию морских копепод // Экспериментальная водная токсикология. – 1990. – № 4. – С. 105–119.

Евсеева А. И., Кораблина И. В., Геворкян Ж. В., Каталевский Н. И., Горгола Л. Г. Оценка загрязнения воды и донных отложений кавказского района Черного моря тяжелыми металлами и мышьяком в современный период // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 7–16.

Мельникова Е. Б. Биолюминесценция в функционировании экосистем пелагиали Черного моря. – Киев: Фитосоцицентр, 2014. – 175 с.

Токарев Ю. Н., Евстигнеев П. В., Машукова О. В. Планктонные биолюминесцентные мирового океана: видовое разнообразие, характеристики светоизлучения в норме и при антропогенном воздействии. – Симферополь: Н. Ореанда, 2016. – 340 с.

**ПОТОКИ СКРЫТОГО И ЯВНОГО ТЕПЛА
НА УЧАСТКАХ СТАЦИОНАРА «ВАСЮГАНЬЕ»**

Мирсанов М.А., Нечепуренко О.Е.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия
meteo@ggf.tsu.ru

Потоки скрытого и явного тепла являются ключевыми компонентами теплового баланса Земли. Изучение этих потоков позволяет понять, как распределяется тепло между различными частями атмосферы, океана и земной поверхности. Потоки тепла имеют прямое влияние на климатические условия.

Развитие и усовершенствование методов прогноза погоды, проблема преобразования климата и решение ряда других прикладных задач метеорологии обуславливают необходимость дополнить существующий комплекс метеорологических наблюдений на станциях определениями вертикальных градиентов основных метеорологических элементов в приземном слое атмосферы и составляющих теплового баланса деятельной поверхности (Гальперин, 1970).

Так как сеть теплосбалансовых наблюдений мала и не покрывает всю территорию страны в нужном объеме, актуальность работы заключается в альтернативном способе определения потоков скрытого и явного тепла при различных классах погоды.

Таблица 1 – Классификация погодных явлений, принятых для исследования.

Номер класса	Название класса	Код явления и обозначение
I	Гроза	Записи с явлениями: 80 «гроза» и 65 «град»
II	«Тихая» погода	Записи с явлениями: 10 «роса», 21 «дымка», 22 «туман», 23 «туман просвечивающий», 62 «морось»
III	Дождь	Записи с явлениями: 63 «дождь», 64 «ливневый дождь»
IV	Ясная погода	Записи с количеством общей и нижней облачности 0/0 баллов

Важным этапом исследования является апробация прибора – логгера EClerk-M-RHT, который предназначен для измерения и регистрации данных температуры, влажности, давления с периодичностью каждые 10 минут и последующим расчетом составляющих потоков скрытого и явного тепла.

Список использованной литературы:

Гальперин Б. М. Турбулентный тепло- и влагообмен поверхности суши и водоемов с атмосферой. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 100 с.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Мищенко К.И.¹, Громов С.А.^{1,2}, Жадановская Е.А.¹

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

²ФГБУН «Институт географии Российской академии наук», г. Москва, Россия
misikir@ya.ru

Одним из распространенных показателей антропогенного воздействия на окружающую среду и качество воздуха, используемых в государственной статистике, являются выбросы загрязняющих веществ в регионах и в целом по стране. Были проанализированы изменения эмиссии в атмосферу, полученные из официальной статистики (Выбросы..., 2024).

Отношение количества выброшенных в воздух газообразных оксидов серы и азота за период 2010–2023 гг. к значениям в 2010 г. колеблется в пределах 0,88–1,06 и 0,9–1,1 на территории Сибирского ФО, 0,59–1,06 и 0,75–1,4 в Дальневосточном ФО, отличаясь по динамике от изменений в отдельных субъектах в их составе (рис.1).

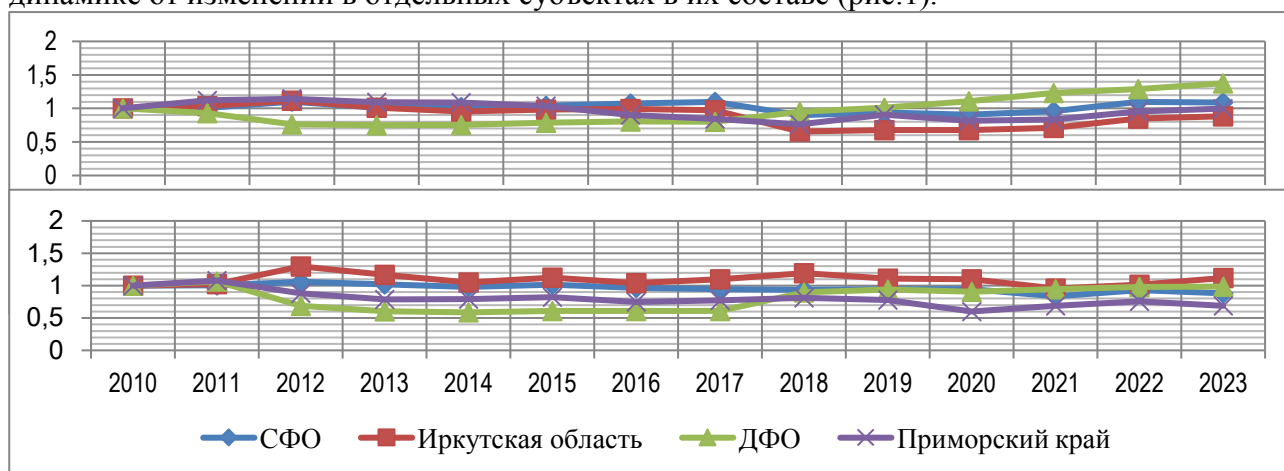


Рисунок 1 – Отношения выбросов в атмосферу диоксида серы (SO₂, верхний) и оксидов азота (NO_x, нижний) от стационарных источников в 2010–2023 годах к их значениям в 2010 г.

Данные наблюдений Росгидромета показывают, что в этот период в целом наблюдается снижение концентраций большинства загрязняющих веществ в воздухе городов этих территорий (ГГО, 2023; рис.2). Приведена информация для городов субъектов РФ.

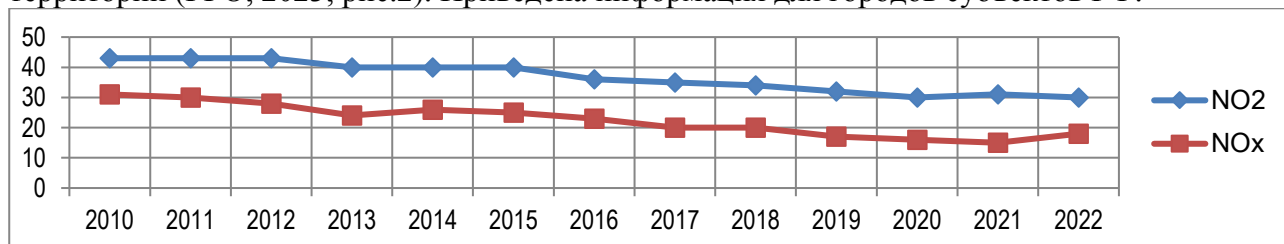


Рисунок 2 – Средние годовые концентрации (мкг/м³) диоксида азота (NO₂) и оксидов азота (NO_x) в городах Азиатской части России

Оценка данных по Госзаданию FMWS-2024-0009 №1023032700199-9 Института географии РАН.

Список использованной литературы:

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов и регионов Российской Федерации за 2018–2023 гг. Данные 2ТП-воздух // Росприроднадзор: сайт. – URL: <https://rpn.gov.ru/> (дата обращения: 12.08.2024).

Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 год: ежегодник / ГГО Росгидромета; исполн. М. Л. Довольская [и др.]. – СПб.: ГГО, 2023. – 254 с.

**ОЦЕНКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТИ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА
SRTM GL1, ASTER GDEM V3, ALOS V3.2 COPERNICUS DEM V1.2**

Новиков А.А., Каширина Е.С.

Филиал МГУ им. М. В. Ломоносова в г. Севастополе, г. Севастополь, Россия
a_novik@bk.ru

Цифровые модели рельефа (ЦМР) представляют собой цифровое представление реального рельефа Земли. В последнее время область их использования значительно расширилась. Они применяются как для научных целей, так и для задач территориального планирования и проектирования. На данный момент существует несколько глобальных моделей, открытых для некоммерческого использования и отличающихся друг от друга разрешением и точностью. Оценке их точности и посвящена данная работа.

В качестве исходных моделей для анализа выбраны 4 наиболее используемых ЦМР с разрешением 1 угловая секунда: SRTM GL1, ASTER GDEM V3, ALOS V3.2, Copernicus DEM V1.2. Критериями репрезентативности ЦМР являлись: а) параметры точности модели в плане и по высоте; б) степень «зашумленности» модели, выражающаяся в наличии артефактов и общей неравномерности распределения высот; в) соответствие отметок высот модельных и реальных, определенных через топографические карты. Основные параметры моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры основных глобальных моделей рельефа

Название модели	ALOS	SRTM	ASTER	Copernicus
Источник	стереопара	радар	стереопара	стереопара
Точность в плане	5 м	20 м	30 м	<6 м
Точность по высоте	5м	16 м	20 м	< 2 м для склонов менее 20% < 4 м для склонов более 20%

Степень зашумленности определялась как статистически (оценивалась дисперсия значений высоты на стандартных, относительно монотонных участках рельефа), так и визуально, через расчет индекса шероховатости Topographic Ruggedness Index (Riley, 1999).

Для оценки соответствия высот моделей реальным значениям была проведена привязка 25 листов топографических карт масштаба 1:200 000 на территорию России и сопредельных государств. Листы выбирались таким образом, чтобы получить максимальное разнообразие форм рельефа в разных природных зонах. С карт оцифровывались высотные отметки на характерных участках рельефа, свободных от растительности (водоразделы, ровные склоны, плоские тальвеги) и отметки пунктов государственной геодезической сети. Полученные отметки высот сравнивались с модельными значениями в тех же точках.

Наиболее точными в плановом и высотном положении являются модели Copernicus и ALOS. Статистическая оценка точности этих двух моделей показала, что абсолютное значение погрешности у ALOS чуть выше, но разброс значений относительно исходного рельефа меньше. При этом корреляция погрешности с высотой у Copernicus более четкая, что связано с более «гладкой» отрисовкой равнинных территорий. При создании изогипс у Copernicus получаются более плавные линии, меньше мелких замкнутых объектов и висячих линий. Таким образом, наиболее оптимальным вариантом для использования является ЦМР Copernicus DEM V1.2

Список использованной литературы:

Riley S., Degloria S., Elliot S. D. A Terrain Ruggedness Index that Quantifies Topographic Heterogeneity // International Journal of Science. – 1999. – No. 5 – P. 23–27.

СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ И АЗОТА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ФОНОВЫХ РАЙОНОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Пастухов Б.В., Пармонов С.Г.
ФГБУ «ИГКЭ», г. Москва, Россия
ofmpbv@mail.ru

Система комплексного фоновый мониторинга (КФМ) обеспечивает оценку влияния фоновый загрязнения природной среды в районах расположения станций КФМ на состояние биосферы, включая типичные, ненарушенные и уникальные экосистемы. Информация, поступающая с сети станций КФМ, позволяет характеризовать «текущий» региональный/глобальный фон загрязнения природных сред («ноль» для отсчета локальных воздействий), а также изменение уровня фона во времени.

Соединения серы и азота являются старейшими из приоритетного списка загрязняющих веществ, за которыми ведутся регулярные многолетние наблюдения.

В работе представлены результаты многолетних наблюдений за содержанием соединений серы и азота в газовом и аэрозольном состоянии (рис. 1). Ряды данных некоторых станций мониторинга превышают 30 лет и регулярно публикуются в ежегодниках, издаваемых Росгидрометом (Обзор..., 2023).

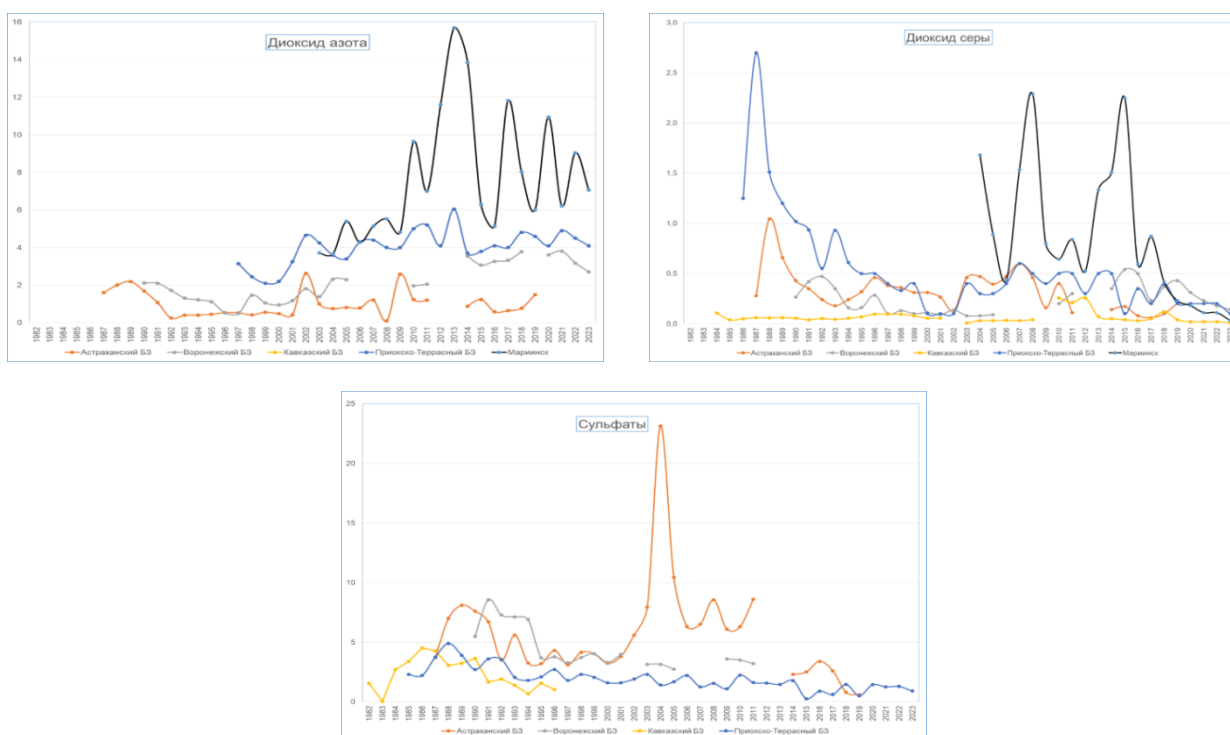


Рисунок 1 – Среднегодовые концентрации диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов ($\mu\text{кг}/\text{м}^3$)

Оценка трендов фоновый содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за последние 15–20 лет, включая 2022 г., на территории России, свидетельствует о сохранении на их территории условий, обеспечивающих низкие фоновый уровни концентраций соединений серы и азота в атмосферном воздухе.

Список использованной литературы:

Обзор фоновый состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2022 г. под ред. Г. М. Черногаевой. – 2023. – 120 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Петренко А.Е.¹, Лысенко В.И.¹, Новохацкая А.А.²

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

²ГАУ РК ЦЛАТИ, г. Симферополь, Россия

shura.petrenko.2004@mail.ru

Население Юго-западной части Крыма довольно часто в отдельные годы испытывают трудности с водоснабжением. Обычно, в это время многие жители региона используют для своих нужд воду из поверхностных источников (родников). Многие из них считают, что вода из родников по качеству выше, чем водопроводная. В настоящее время в Севастопольском регионе отсутствуют государственные службы, которые осуществляли бы контроль за состоянием территории вокруг родников и составом воды из них. Поэтому оценка экологического состояния поверхностных водных источников Гераклейского полуострова и Юго-западной части Горного Крыма является актуальной.

Целью исследований поверхностных водных источников была оценка антропогенного загрязнения вод и состояния территории родников.

При проведении работ исследовались гидрогеологические и экологические обстановки вокруг источников. Качество воды определялось в основном колориметрическим методом. Измерялся дебит родников, температура и органолептические показатели воды. Концентрации вредных веществ определялось колориметрическим методом. Суть метода заключалась в сравнении окраски растворов воды с колориметрической шкалой. По отдельным источникам проводился химический анализ воды на 10 показателей тест-системой «NILPA HOME» (водородный показатель, общая жесткость, карбонатная жесткость) и тест-системой «Крисмас+»(нитраты и нитриты). Полученные результаты сравнивались с предельно допустимыми значениями содержаний в воде по данным СанПиН 2.1.4.1175-02 и СанПиН 2.1.4.1074-01.

Район проведения работ находился в пределах Гераклейского плато и Юго-Западной части Горного Крыма. В регионе проведения исследований водоносные горизонты приурочены четвертичным, неогеновым, палеогеновым, нижнемеловым и верхнеюрским отложениям. Большинство поверхностных источников в Горном Крыму связаны с карстовыми процессами. Часть из них находится на границе юрских известняков и нижнемеловых глин. В обрывах Гераклейском плато родники встречаются в известняках среднего сармата, а водоупорным горизонтом для них служат прослойки глин.

В результате обследований было установлено, что территория вокруг большинства поверхностных источников с некоторой натяжкой отвечает требованиям санитарных норм.

По результатам анализов установлено, что у большинства источников Гераклейского полуострова наблюдаются повышенные концентрации нитратов, что связано со слабой защищённостью средне сарматского водоносного горизонта от поверхностного загрязнения. Это связано с наличием свалок мусора, выгребных ям, туалетов, могильников и стоков промышленных предприятий. Высокая жесткость некоторых источников, возможно, связано с удалением площади питания.

В Юго-западной части Горного Крыма вода почти во всех источниках по большинству показателей соответствует нормам СанПиНа. Но некоторые из них характеризуются в определенные периоды высокой жесткостью и минерализация воды

По результатам исследования было установлено, что вода из родников может использоваться для питьевых нужд. По данным обследования и результатам анализов воды создана интерактивная карта родников с простой и понятной информацией без сложной терминологии. Была записана серия роликов об их экологическом состоянии на платформе «YouTube», а также разработан сайт «Родники Республики Крым и города Севастополя».

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СНИЖЕНИЯ ЧИСЛА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРЕДИКТОРОВ В МОДЕЛИРОВАНИИ АРЕАЛОВ ВИДОВ

Попов И.О.^{1,2}, Попова Е.Н.²

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

²ФГБУН «Институт географии РАН», г. Москва, Россия
igor_o_popov@mail.ru; en_popova@mail.ru

Моделирование распространения видов – бурно развивающееся направление современной науки на стыке биогеографии, экологии, климатологии, математики и информационных технологий. Для его осуществления в качестве климатических предикторов наиболее часто применяются девятнадцать биоклиматических параметров BIOCLIM, отражающих температурные и влажностные климатические характеристики окружающей среды и имеющих ряд удобных свойств для оценки территории потенциального распространения по всему Земному шару. Для повышения качества моделей ареалов и уменьшения взаимной корреляции этих параметров необходимо снижение их числа. Известно несколько подходов для решения этой задачи, большинство из которых заключается в создании новых синтетических переменных на основе наблюдаемых, что имеет ряд существенных недостатков. Альтернативный подход заключается в отборе климатических переменных, при этом необходимо достигнуть максимального снижения их числа при минимальных потерях полезной информации. Применяющиеся для этого подходы также имеют ряд существенных недостатков.

В данном исследовании была предпринята попытка разработать эффективный статистически обоснованный подход для решения задачи отбора климатических предикторов моделирования ареалов, основанный на выявлении корреляционных групп параметров, взаимная корреляция внутри которых превышает корреляцию с другими группами, и отборе из них параметров, в наименьшей степени коррелирующих между собой. Для выявления корреляционных групп было использовано несколько методов: анализ корреляционной матрицы, кластерный и факторный анализы. Для кластерного анализа использовался алгоритм HDBSCAN, для факторного анализа – методы квартимакс и варимакс. В качестве примера анализировались значения биоклиматических параметров, рассчитанных для периода 1991–2020 гг. по всему Земному шару на основе базы климатических данных CRU TS 4.03. В результате проведенных исследований показана хорошая согласованность результатов применения разных методов. Были выявлены несколько корреляционных групп, число которых равно четырем или пяти в зависимости от интерпретации значения отрицательной корреляции: является ли отрицательная корреляция признаком большего различия между параметрами или нет. Еще одна, шестая, группа из двух параметров (BIO14 и BIO17) может быть выделена на основе результатов применения метода факторного анализа варимакс, однако другими методами эта корреляционная группа не выявляется. Из шести выделенных групп были отобраны шесть параметров, по одному из каждой группы, продемонстрировавших минимальное среднее значение коэффициента корреляции с параметрами из других групп: BIO2, BIO5, BIO7, BIO14, BIO15 и BIO18 (последний – в случае выделения шестой группы). Отмечена низкая взаимная корреляция между этими параметрами: максимальное значение коэффициента Пирсона 0,389 (BIO5 и BIO15), максимальное по абсолютному значению -0,582 (BIO14 и BIO18). Полученные результаты показывают достаточно высокую эффективность примененного подхода к отбору биоклиматических параметров.

Работа поддержана грантом Минобрнауки РФ в виде субсидии крупного научного проекта «Глобальные климатические вызовы на территории России: ретроспективный анализ, прогноз и механизмы адаптации» (Соглашение № 075-15-2024-554 от 24.04.2024).

**НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭКОСИСТЕМАХ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ**

Походня Е.И.¹, Динкелакер Н.В.²

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
г. Санкт-Петербург, Россия
elizaveta902@mail.ru

Глобальное изменение климата проявляется в том числе, в участвующих в последние несколько лет погодных аномалиях, угнетающее действие которых сказывается на биогеоценозах. В наиболее значимой мере стресс, продуцируемый погодными аномалиями, испытывают экосистемы урбанизированных территорий. Повышенной уязвимостью отличаются городские зелёные насаждения, которым, в то же время, принадлежит ключевая роль в формировании здоровой городской среды.

Летом 2021 года в Санкт-Петербурге наблюдались периоды аномально высоких температур, выпавшие на начало периода вегетации большинства листопадных видов, представленных в зелёных насаждениях города, когда растения ещё не достигли своей максимальной устойчивости. В июне и июле наблюдалось превышение дневных температур более чем на 5 градусов относительно нормы. Август 2022 года также характеризовался погодной аномалией, однако в данном случае она выпала на более поздний этап вегетации.

Основными изучаемыми параметрами, на основе которых происходила оценка биоэкологических функций растений в условиях подверженности стрессу, продуцируемому сочетанным воздействием антропогенного фактора и повышенной относительно нормы температуры, послужили уровни накопления тяжёлых металлов зелёными частями растений, а также их фотосинтетическая активность.

Анализ коэффициентов биологического перехода растений в отношении тяжёлых металлов и металлоида (мышьяка) показал нарушение барьерных функций растений вследствие физиологического стресса, что было в особенности выражено у видов-интродуцентов, нехарактерных для изученного региона. Наибольшее нарушение барьерных функций было показано в отношении мышьяка у большинства исследованных видов и цинка – у тополя белого (*Populus alba L.*). После нормализации температуры барьерные функции были восстановлены лишь частично. В условиях погодной аномалии 2022 года растения, достигнув большей устойчивости, показали не столь выраженное нарушение барьерных функций, а также показали более высокие темпы восстановления после нормализации температуры.

Также было проведено рассмотрение изменения содержания фотосинтетических пигментов в листьях растений в соответствии с методом Лихтенштейнера в динамике погодных условий. Было показано повышение доли хлорофилла Б и каротиноидов в условиях погодных аномалий, что связано с более активным разрушением хлорофилла А под действием высоких температур. Наименьшие изменения претерпели виды-интродуценты, более устойчивые к действию повышенных температур.

Таким образом, было показано, что физиологический стресс, выражающийся в совокупном воздействии аномально высоких температур и антропогенного воздействия, угнетающе сказывается на растениях всех ярусов, ухудшая их барьерные функции, снижая уровни фотосинтетических пигментов.

ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В МЕСЯЧНЫХ СУММАРНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЯХ НА СЕВАСТОПОЛЬСКОМ ВЗМОРЬЕ

Смирнова Л.Л.¹, Катунина Е.В.²

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

²СО ФГБУ «Государственный океанографический институт им.

Н. Н. Зубова», г. Севастополь, Россия

inik48@inbox.ru

В состав разнообразных химических соединений, загрязняющих нижние слои тропосферы над морской поверхностью, прибрежными акваториями и в районе автотрасс, входят органические вещества, среди которых можно выделить анионные поверхностно-активные соединения (СПАВ) и нефтяные углеводороды (н-алканы).

На Севастопольском взморье находятся многочисленные источники н-алканов нефтяного типа: судоходство и сброс балластных вод. Они накапливаются в районах портов, доков, нефтяного терминала и быстро испаряются с морской поверхности. СПАВ – синтетические соединения щелочной природы, используются при очистке морской поверхности при разливе нефтепродуктов и как моющие средства в быту и промышленности. В местах сброса в море недоочищенных сточных вод СПАВы концентрируются в поверхностном микрослое и испаряются. СПАВы и н-алканы нефтяного типа, мигрирующие в тропосфере, не только разрушаются до CO₂ под действием фотохимических факторов, но и вымываются атмосферными выпадениями на различные подстилающие поверхности.

Целью работы было изучение содержания н-алканов нефтяного типа и СПАВов в месячных суммарных атмосферных выпадениях, поступающих на 1 м² поверхности.

Отбор проб проводился на метеоплощадке здания СО ГОИН, высота над уровнем моря ~100 м. Атмосферные выпадения: дождевая вода, снег, град, оседающие морские и терригенные аэрозоли собирались в течение месяца на поверхность дистиллированной воды, которая постоянно присутствовала в пробоотборниках. Н-алканы определялись методом ИК-спектроскопии (λ 2930±70 см⁻¹), СПАВы – колориметрически (красный светофильтр).

В течение года концентрация н-алканов в месячных пробах изменялась в пределах 4,1–13,0 мг/м²·мес, а СПАВ от 0,7 до 11,3 мг/м²·мес, выявлена ее зависимость от T_{возд}. Зависимость их средних сезонных концентраций от количества дней с влажными осадками показана в табл. 1.

Таблица 1 – Сезонная вариабельность количества дней с влажными осадками и концентраций н-алканов и СПАВ в суммарных атмосферных выпадениях, 2022 г.

Параметры	Весна	Лето	Осень	Зима
Количества дней с влажными осадками	18	10	23	14
СПАВ, мг/м ²	2,2 ± 0,6	6,3 ± 2,4	7,5 ± 2,8	2,1 ± 0,4
Н-алканы нефтяного типа, мг/м ²	9,0 ± 2,2	4,2 ± 0,1	9,6 ± 2,3	5,8 ± 0,7

Весной, осенью, зимой в атмосферных выпадениях содержание СПАВов было ниже, чем н-алканов. Концентрация этих моющих средств повышается в летне-осенний период при увеличении сброса сточных вод в бухты. Испаряющиеся СПАВы адсорбируются на поверхности различных аэрозолей и оседают в результате их седиментации особенно в засушливый летний период. Н-алканы нефтяного типа вымываются только влажными осадками (снег, дождь), так как поступают и мигрируют в тропосфере в газообразном состоянии, их концентрация максимальна в весенний и осенний сезоны.

Оседающие с атмосферными выпадениями н-алканы и СПАВы включаются в химико-биологические циклы водных и наземных экосистем и они отрицательно влияют на жизнедеятельность морских и пресноводных организмов, наземной растительности.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института природно-технических систем (№ госрегистрации 124013000609-2).

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ЕГО РАЗВИТИЯ

Терентьев А.С.

Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (Отдел Керченский), г. Керчь, Россия
iskander65@bk.ru

Для оценки уровня развития зообентоса был использован показатель аномальности, предложенный Г. Н. Зайцевым (1991). В качестве исходных данных были использованы плотность видов, численность и биомасса зообентоса Керченского пролива, собранных в 1986–2016 гг. при помощи дночерпателя Петерсена на 351 станции. В результате были выделены участки дна с очень высоким, высоким, средним, низким и очень низким уровнем развития зообентоса. На некоторых участках дна макрозообентос практически отсутствовал. Снижение уровня развития зообентоса сопровождалось снижением численности зообентоса с 3680 ± 880 экз./м² и биомассы 2260 ± 760 г/м² на участках дна с очень высоким уровнем развития до $32,9 \pm 4,3$ экз./м² и $8,4 \pm 2,7$ г/м² на участках с очень низким.

Трофическая структура зообентоса классифицировалась по Е. Н. Турпаевой (1953) и А. П. Кузнецову (1970). Обнаружено 30 сестонофагов, 4 фитофага, 20 хищников и 20 полифагов, 38 видов, собирающих детрит с поверхности грунта, 3 безвыборочных глотальщиков верхнего слоя грунта и безвыборочных глотальщиков в толще грунта.

На всех уровнях развития зообентоса как по численности, так и по биомассе доминируют сестонофаги. Их численность на участках с очень высоким уровнем развития равнялась 3430 ± 910 экз./м², биомасса – 2620 ± 760 г/м², а на участках с очень низким уровнем развития $12,7 \pm 4,9$ экз./м² и $4,0 \pm 1,8$ г/м². Сокращение их численности и биомассы в основном и определяет сокращение численности и биомассы зообентоса.

Другими ведущими трофическими группами были виды, собирающие детрит с поверхности грунта, хищники и полифаги. Их численность и биомасса также уменьшались по мере снижения уровня развития зообентоса, но более низкими темпами. В результате доля сестонофагов сократилась от 86–99% по численности и 96–99% по биомассе на участках с очень высоким уровнем развития до 29–48% по численности и 35–59% по биомассе на участках с очень низким уровнем развития. В тоже время доля хищных видов выросла по численности с 0,4–0,9 до 18–36%, а по биомассе с 0,2–0,8 до 24–47%. Полифаги, соответственно, с 0,8–1,5 и 1,5–5,4% до 0,3–0,7 и 2,4–8,5%. При этом, хищники на участках с очень низким уровнем развития зообентоса как по численности, так и по биомассе приближаются к сестонофагам.

Максимально заметную роль безвыборочные глотальщики грунта и фитофаги играли на участках со средним уровнем развития зообентоса, где на их долю в среднем приходилось 0,6–1,2% общей численности и 0,4–1,1% общей биомассы зообентоса. На участках с очень низким уровнем развития эти трофические группы отсутствовали.

По мере уменьшения уровня развития зообентоса повышается уровень разнообразия его трофической структуры. Причем, на во всем диапазоне уровня развития зообентоса уровень разнообразия по численности выше, чем по биомассе.

Список использованной литературы:

- Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. – М.: Наука, 1991. – 184 с.
Кузнецов А. П. О трофической структуре и зональности распределения донной фауны Азовского и Балтийского морей. // Труды института океанологии АН СССР. – М.: Наука, 1970. – Т. 88. – С. 81–97.
Турпаева Е. П. Питание и пищевые группировки морских донных беспозвоночных // Труды Института океанологии АН СССР. – 1953. – Т. 7. – С. 259–299.

**МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ КОНВЕЙЕРА ДАННЫХ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ
ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КУРОРТНОЙ МЕДИЦИНЫ**

Титов В.Ю.¹, Абазова С.В.², Ступников С.А.¹, Евстигнеев В.П.³

¹ФИЦ «Информатика и управление» РАН, г. Москва, Россия

²ГБУЗ РК «НИИ ДКФиМР», г. Евпатория, Россия

³ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия
tvu@inbox.ru

Важными аспектами для оценки климатического воздействия на курорте являются актуальность информации и простота. В настоящее время оценка благоприятности климатического воздействия на курортах Крыма как отдыхающими, так и врачами в санаториях осуществляется самостоятельно по данным о погоде: температуре воздуха, влажности, атмосферном давлении, скорости ветра, уровне ультрафиолета, парциальной плотности кислорода и т.д.

Предлагается усовершенствовать практику визуализации множества климатических параметров, добавив вычисление интегрального показателя благоприятности для целевой аудитории (взрослые здоровые люди, взрослые и дети различных групп здоровья) и доставки значений этого показателя в информационные системы учреждений Крыма. Современные метеорологические приборы с автоматическим сбором информации дают возможность создать конвейер данных, на который будут оперативно поступать значения параметров окружающей среды. На выходе конвейера рассчитанные параметры, включая интегральную оценку благоприятности климатического воздействия, не только накапливаются с целью изучения климата с точки зрения курортной медицины, но и без задержек передаются целевым потребителям через мобильные приложения, сайты курортов, информационные системы курортных учреждений. Появляется возможность в реальном времени определять достаточность нахождения человека в воде или на пляже в соответствии с курсом лечения и реабилитации.

Инициаторы создания системы: ГБУЗ РК «НИИ ДКФиМР» (г. Евпатория) и ФИЦ «ИУ РАН» (г. Москва).

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Факаева Н.Р., Демежко Д.Ю., Горностаева А.А., Хацкевич Б.Д.

Институт геофизики им. Ю. П. Булашевича УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

fakaeva.n@gmail.com

Тепловые свойства снежного покрова играют важную роль в формировании температурного режима городов. Их исследование особенно актуально в условиях продолжающегося глобального потепления и усиления интенсивности городских островов тепла.

Исследована зависимость кондуктивной теплопроводности от плотности снега в Екатеринбурге, а также влияние на теплопроводность примесей, характерных для городской среды. Исследования проводились зондовым измерителем МИТ-1 в морозильной камере при температуре $-12 \div -17^\circ\text{C}$. «Грязный снег» формировался путем добавления в рыхлый снег поллютантов в виде соли, известковой муки «Агромел», отсева почвы и коры выветривания гранитов в количестве 7–15%. Результаты измерений приведены на рис. 1. Аппроксимация полученных данных (117 измерений) полиномиальной зависимостью $\lambda=4,535\rho^2 - 1,87\rho + 0,30$ ($0,16 < \rho < 0,7$) позволяет описать 93% наблюдаемой дисперсии теплопроводности. Примеси в большинстве случаев снижают теплопроводность. Но поскольку их концентрации в пробах были в несколько раз завышены относительно содержания в грязном городском снеге, полагаем, что в реальности их влияние на теплопроводность несущественно.

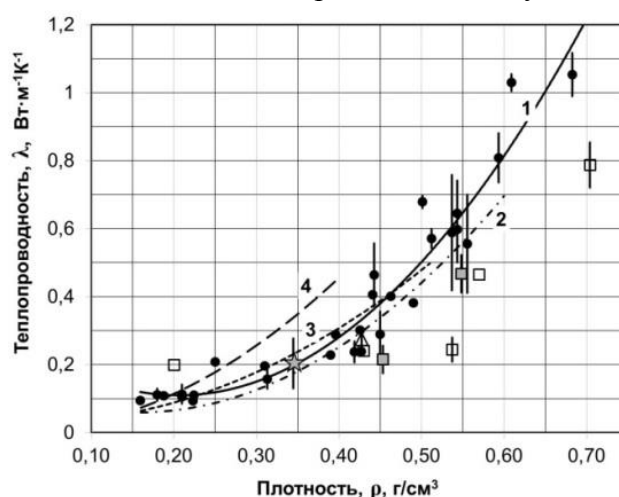


Рисунок 1 – Соотношение теплопроводности и плотности – «чистого» (●) и «грязного» снега в Екатеринбурге (□ – кора выветривания гранитов, ★ – NaCl, Δ – известковая мука, ■ – почва). Вертикальные линии ограничивают диапазон среднее \pm стандартное отклонение. Сплошная кривая 1 – полиномиальная аппроксимация. Наиболее близкие к рассматриваемой зависимости других авторов: 2 – (Sturm et al., 1997); 3 – (Domine et al., 2011); 4 – зависимость Г. Ф. Абельса (Abel's, 1892)

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-10018, <https://rscf.ru/project/22-77-10018/>.

ОЦЕНКА НАКОПИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ИНВАЗИВНОГО РАСТЕНИЯ *SOLIDAGO GIGANTEA* AIT. ПО ОТНОШЕНИЮ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ (ТМ)

Чернышев А.В., Зубкова В.М.

ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Россия
sanchoys.28.03.98@yandex.ru, vmzubkova@yandex.ru

Одной из экологических проблем последних лет является существенное изменение в различных странах состава флоры, связанное с последствиями расселения некоторых видов растений в новых для них местах обитания. Причинами адвентизации могут быть попадание семян или черенков чужеродных растений с транспортом, тарой, как примесь к завозимому зерну и другие. В новых местообитаниях адвентивные виды быстро распространяются и вытесняют местные. Биологические инвазии влияют на биоразнообразие природных сообществ, приводят к изменению функционирования естественных экосистем, меняют состав региональной флоры и растительности (Цыбулькина, Богачёва, 2017).

Одним из наиболее опасных и агрессивных инвазионных видов является Золотарник гигантский (*Solidago gigantea* Ait.), который быстро разрастается и образует крупные заросли в средней полосе России, в том числе в Московском регионе (Виноградова, Сенатор, 2024).

В связи с этим представляет большой интерес выявление механизма устойчивости этих растений, способности их реагирования на различные виды загрязнений, в том числе способности к сверхнакоплению тяжелых металлов и возможности использования растений золотарника для очистки загрязненных почв (фиторемедиации).

Целью наших исследований явилась оценка *Solidago gigantea* Ait. к накоплению тяжелых металлов в условиях города Москвы.

Исследования проводили на трех участках: первый – Бирюлевский лесопарк, второй – Кузьминки-Люблино, третий – Яузский лесопарк. Отбор образцов проведен в 3-х кратной повторности с площадок площадью – 1 м², расположенных по диагонали. Отдельно из корней, стеблей, листьев и бутонов готовили объединенные пробы, из которых отбирали усредненные.

Тяжелые металлы в образцах растений после озоления определяли атомно-абсорбционным методом на спектрометре «Квант-2М».

Все исследуемые элементы по накоплению можно расположить в следующие ряды: корни – Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cd>Co>Hg>As; стебли – Zn>Mn>Fe>Cu>Pb>Cd>Co>Hg=As; листья – Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Co>Cd>Hg=As; бутоны – Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Co>Cd>As>Hg.

Ряды поглощения связаны с биологической ролью элементов, что подтверждает большее накопление различными органами таких элементов, как Fe, Mn, Zn и Cu.

Содержание элементов определялось не только их видом, но и исследуемым органом растения и местом произрастания. Так, максимальным содержанием железа, меди и кадмия характеризовались корни растений, произрастающих в Яузском лесопарке (827,0; 40,3, 1,49 мг/кг соответственно). В этом же парке отмечено максимальное содержание в листьях марганца и цинка – 100 и 166 мг/кг. Максимальное содержание свинца (2,02 мг/кг) зафиксировано в листьях в парке Кузьминки-Люблино.

Анализ проведенных исследований указывает в основном на акропетальный характер распределения тяжелых металлов в растениях золотарника, что может способствовать повышению содержания ТМ в почве при его произрастании.

Список использованной литературы

Виноградова Ю. К., Сенатор С. А. Протокол оценки состояния популяций инвазионных видов растений // Трансформация экосистем. – 2024. – Т. 7, № 2. – С. 32–48.

Цыбулькина М. С., Богачёва А. В. Влияние инвазивных видов растений на устойчивость сложившейся экосистемы города Лабитнанги // Юный ученый. – 2017. – № 3-1(12). – С. 87–91.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ PM_{10} В АТМОСФЕРЕ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Шишкин Г.И., Гурьянов В.В.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, г. Казань, Россия
mr.GoraShi@mail.ru

Среди перечня основных атмосферных примесей, задерживающихся в приповерхностном слое, особый интерес для мониторинга гидрометеорологической службы представляют взвешенные частицы мелкодисперсных фракций, относящиеся к III классу опасности. Цель данного исследования – проанализировать пространственно-временное распределение взвешенных частиц $d < 10$ мкм, выявив при этом его корреляционные связи с отдельными климатическими факторами на территории Приволжского федерального округа (далее – ПФО). Исходным материалом исследования послужили данные реанализа EAC4 (SAMS) за период 2003–2022 гг. с горизонтальным разрешением $0,75^\circ \times 0,75^\circ$ по широте/долготе (около 80 км) для приповерхностного слоя атмосферы, который основывается на спутниковых данных. Исходным материалом для метеорологической информации послужили данные реанализа ERA5.

По данным EAC4 были построены карты климатических полей средних концентраций частиц PM_{10} . Выявлено, что географическое распределение очагов повышенных концентраций, в целом, соответствовало расположению крупных промышленных центров ПФО. Данный контрастный «очаговый» характер распределения наиболее чётко просматривается в зимние месяцы в условиях устойчивой атмосферной стратификации и ослабления зональной циркуляции.

В тёплый период года, напротив, распределение частиц PM_{10} имело более сглаженный характер в территориальном отношении, при этом значения средних концентраций были на порядок выше зимних. Это объясняется изменением синоптической обстановки: активизацией зональной циркуляции (при ослаблении меридиональной) и интенсивности турбулентного перемешивания воздушных масс. Кроме того, повышению уровня загрязнения атмосферы мелкодисперсными частицами способствовали сезонная интенсификация строительных работ по всему региону, а также отсутствие снежного покрова, который в зимний период являлся фактором, препятствующим переносу приповерхностной пыли.

Для анализа зависимости распределения концентраций PM_{10} от метеорологических факторов, были произведены расчёты коэффициента линейной корреляции. Выявлено, что повышенные показатели средних концентраций PM_{10} в тёплое время года имели высокую положительную корреляцию с ростом температурного фона и среднюю положительную корреляцию со ослабленной меридиональной компонентой скорости ветра.

В районах определённых ранее очагов повышенных средних концентраций PM_{10} в холодный период года выявлена значимая высокая отрицательная связь с ослабленной зональной компонентой скорости ветра и понижением температурного фона, что закономерно вытекает из вышеизложенного анализа распределения.

Список использованной литературы:

Данные реанализа состава атмосферы ECMWF четвертого поколения // Atmosphere Data Store: сайт. – URL: <https://ads.atmosphere.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/cams-global-reanalysis-eac4?tab=overview> (дата обращения: 10.08.2024).

Метеорологические данные Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП) // Climate Data Store: сайт. – URL: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/search?type=dataset&text=ERA5> (дата обращения: 10.08.2024).

**МИКРОБНЫЙ ЦЕНОЗ - ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ**

Шулико Н.Н.

ФГБНУ «Омский АНЦ», г. Омск, Россия

shuliko@anc55.ru

В последние десятилетия одним из основных путей решения задачи по повышению урожайности зерновых во многих странах мира является использование микробиологических средств, обеспечивающих стимуляцию роста и развития растений, защиту от вредных организмов, утилизацию пожнивных остатков и т.п. Использование биопрепаратов при возделывании зерновых культур немного уступает по эффективности химическим фунгицидам, однако биофунгициды могут быть дешевле химических препаратов в 2–2,5 раза.

Исследования проведены в южной лесостепной зоне Омского Прииртышья в полевых опытах ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Отбор проб ризосферы осуществляли в фазы развития растений: кущение (июнь), колошение (июль), налив зерна (август). Учет численности микроорганизмов проводили на твердых питательных средах.

Наблюдения за изменением численности олигонитрофильной и фосфатмобилизующей группы при применении бактеризации семян показало снижение в удобренных вариантах опыта, олигонитрофилов до 36% (овес), фосфатмобилизующих до 50% (ячмень). В ризосфере овса, снижалась также численность олигонитрофилов на 18% в варианте Мизорин, на 36% в варианте Флавобактерин. Это может быть связано с тем, что при интродукции в почву попадают микроорганизмы, способные оказывать определенное воздействие, в том числе и отрицательное, на аборигенную микробиоту. Тенденцию роста олигонитрофильных бактерий в варианте Мизорин наблюдали на ячмене, до 14% к контролю (табл.1).

В целом за период вегетации, общая (условно) численность ризосферной микробиоты ячменя и овса при применении предпосевной бактеризации семян имела тенденцию к снижению (до 16%), за счет уменьшения количества наибольшее многочисленных групп – олигонитрофильной и фосфатмобилизующей. Однако, стоит отметить, что данная тенденция была в пределах ошибки опыта.

Таблица 1 – Численность микроорганизмов в ризосфере зернофуражных культур при применении биопрепаратов, млн. КОЕ/г, (n=3)

Вариант		Олигонитрофилы	Фосфатмобилизующие
Ячмень Омский 101	Контроль	44,0	63,2
	Мизорин	50,2	60,9
	Флавобактерин	43,5	42,2
Овёс Сибирский геркулес	Контроль	72,1	74,6
	Мизорин	61,4	60,7
	Флавобактерин	53,2	66,3
<i>HCP_{05A} = 13,8; HCP_{05B} = 12,0</i>			

Таким образом, в ризосфере зернофуражных культур прослеживалась тенденция снижения от изучаемого агроприема наиболее многочисленных групп олигонитрофильных и фосфатмобилизующих бактерий, и, как следствие, общая (условно) численность ризосферной микробиоты ячменя и овса при применении предпосевной бактеризации семян снижалась до 16% к контролю. Однако снижение в пределах ошибки определения (20%), в этой связи можно констатировать, что экологическая ситуация в почве спокойная.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, <https://rscf.ru/project/23-76-10064/>.

Тезисы докладов
Международной научно-практической конференции
«Системы контроля окружающей среды – 2024»

Conference Abstracts
International Scientific and Practical Conference
"Environmental Control Systems – 2024"

На русском и английском языках

In Russian and English

Подписано к печати 30.10.2024.

Заказ 52. Тираж 250 экз.

Отпечатано ИП Куликов А.С.
299043 г. Севастополь, ул. Аксютина, д. 16, кв. 52
Тел.: +7 978 832 21 89