

В 2022 г. проблематика научных исследований университета была сосредоточена на решении, как фундаментальных, так и прикладных региональных задач, обеспечивающих социально-экономический прорыв в регионе с последующим его устойчивым развитием. Реализация комплекса мер, направленных на развитие научной и инновационно-производственной деятельности университета, позволила добиться следующих результатов:

Общий объем финансирования научных исследований и разработок в 2022 году – 193,6 млн. руб. Показатель результативности объем НИОКР в расчете на 1 НПП - составил 334 тыс. руб. Финансирование складывалось из следующих источников: средства федерального бюджета – 78,2 млн. руб., средства фондов – 35,5 млн. руб., средства РК – 24,5 млн. руб., средства российских хозяйствующих субъектов – 44,8 млн. руб., зарубежные источники – 13,2 млн. руб.

Научные исследования и разработки реализовывались в рамках государственного задания вузам в сфере научно-исследовательской деятельности; грантов Минобрнауки РФ в форме субсидий, грантов российских фондов РФФИ и РФФИ, международных грантов и контрактов.

Результатом проведения научно-исследовательских работ стало издание 8 монографий, 1646 научных публикаций, в т. ч. в научных изданиях, рецензируемых Web of Science – 152 и Scopus – 247. Издано учебников и учебных пособий – 78. Сотрудники и преподаватели приняли участие в 698 научных конференциях, получили 14 наград различного уровня.

Часть проектов ПетрГУ решала задачи региона в соответствии со Стратегией социально-экономического развития Республики Карелия на период до 2030 года: «Разработка плана племенной работы с крупным рогатым скотом айрширской породы на 2022-2026 годы»; «Оценка влияния Флавомицина 80 на продуктивные показатели радужной форели»; «Разработка систем идентификации и весовых характеристик рыбы для предприятий аквакультуры».

К числу наиболее значимых результатов научных исследований и разработок, полученных учеными ПетрГУ в 2022 г., относятся:

#### **Физика и нанотехнологии, физическая электроника:**

Уточнена и детализирована методика получения композитных нанонитей с сердцевинной из железиттриевого граната (YIG) и оболочкой из ниобата натрия-калия (NKN), которые было предложено использовать для гипертермической терапии рака.

Предложен метод интерпретации и описания данных, получаемых при измерениях кри-вых магнитострикционент и проволок по отклику тензодатчика на программируемое изменение продольного магнитного поля, основанный на введении энтропийного члена в выражение для энвергии системы.

Исследованы характеристики порошков, полученных азотированием продуктов восстановления  $Ta_2O_5$ ,  $Nb_2O_5$ ,  $Mg_4Ta_2O_9$  и  $Mg_4Nb_2O_9$  парами кальция. Процесс вели в две стадии: 1 – восстановление оксидных соединений при температуре 750, 800, 850 и 900°C в течение 1–6 ч; 2 – выдержка продуктов восстановления в атмосфере азота при тех же температурах в течение 1–5 ч. При использовании в качестве прекурсора  $Ta_2O_5$  получены продукты, содержащие помимо тантала нитриды  $\theta$ -TaN и  $Ta_2N$ . Синтез нитридов тантала из продуктов восстановления  $Mg_4Ta_2O_9$  затруднен. При использовании в качестве прекурсора  $Nb_2O_5$  продукты помимо ниобия содержат нитриды NbN и  $Nb_2N$  с гексагональными плотноупакованными решетками. При азотировании продуктов восстановления  $Mg_4Nb_2O_9$  содержание нитридов в 6–10 раз меньше, чем при восстановлении и азотировании пентаоксида ниобия, что объясняется особенностями пористой структуры порошков. При повышении температуры восстановления с 750 до 850°C удельная поверхность азотированных порошков уменьшилась с 26.2 до 11.6–14.5 м<sup>2</sup>/г. Порошки характеризуются мезопористой структурой.

Проведены ИК-спектроскопические исследования содержания воды и водородсодержащих дефектов в гидротермальном и пегматитовом кварце известных кварцево-жильных объектов Карелии (Северо-Запад России), рассматриваемых в качестве потенциального источника высококачественного кварцевого сырья. Показано, что основное количество воды в анализируемом кварце находится в молекулярной форме, идентифицируются также ОН-группы, связанные с примесями алюминия, лития и бора в кристаллической решетке кварца. Наиболее предпочтительным для использования в качестве высококачественного кварцевого сырья является гранулированный кварц с наименьшим содержанием молекулярной воды и водородсодержащих комплексов.

Методом Финбака–Уоррена определены количественные характеристики ближнего порядка термически модифицированного шунгитового углерода. Проведены спектроскопические исследования в видимой области спектра композиций “шунгитовые углерод–оптически активные наночастицы кремния и углерода”. Показано, что образцы шунгита с инкапсулированными в поры наночастицами обладают фотолюминесцентной активностью в видимой области спектра. Наблюдается устойчивая пассивация поверхности наночастиц в порах шунгитовой матрицы.

### **Информационные технологии:**

Разработаны математические модели аналитических сигналов комплексного сопротивления, узлов и обменной мощностей, контролируемых в квазистационарных режимах работы многомашинных объединенных энергосистем. Подготовлена исходная математическая модель энергосистемы Республики Карелия с внешними эквивалентами в среде RastrWin3. Для исследования разработанных алгоритмов противоаварийного управления квазиустановившимися асинхронными режимами силового оборудования энергосистем синтезирована математическая модель в среде Matlab Simulink, описываемая системой «жестких» нелинейных дифференциально-алгебраических уравнений.

Впервые показано, что энтропия коротких временных рядов может быть аппроксимирована регрессионными методами машинного обучения (ML). Обученные модели распознавали участки хаоса и порядка на спутниковых изображениях, аппроксимируя алгоритмы перестановочной энтропии (PermEn), энтропии шаблонов (SampEn), энтропии сингулярного разложения (SvdEn) и энтропии нейронной сети (NNetEn). Для реализации задачи мы использовали 200 изображений поверхности Земли размером 256x256 пикселей, полученные со спутника Sentinel-2 в четырех различных диапазонах. С помощью кругового ядра пиксели изображения преобразовывались в ряды чисел, для которых высчитывалась энтропия. В качестве целевой метрики при подборе моделей использовался коэффициент детерминации  $R^2$ . Наиболее точные результаты аппроксимации SvdEn показал алгоритм градиентного бустинга, для которого среднее значение  $R^2 = 0.996$  по результатам кросс-валидации. Уменьшение длины рядов за счет уменьшения радиуса ядра повышало точность модели:  $R^2$  увеличилось с 0.947 до 0.997 при уменьшении длины ряда с 113 до 5 элементов. Модель ML\_SvdEn была обучена и протестирована с использованием синтетических данных. Были получены высокие результаты аппроксимации логистического отображения (коэффициент корреляции Пирсона 0.968) моделью, обученной на отображении Планка.

Скорость работы моделей машинного обучения для ML\_NNetEn, ML\_PermEn, ML\_SampEn оказалась выше, чем у исходного алгоритма, хотя модели ML\_PermEn, ML\_SampEn показали не самую высокую точность. Наибольшее ускорение достигнуто для модели ML\_NNetEn (несколько порядков величины). Таким образом, в результате этой работы показана возможность универсальной аппроксимации энтропии, вычисленной разными методами с помощью методов машинного обучения для рядов чисел длиной до 113 элементов.

Разработана концепция системы mHealth на базе смартфона, которая в цифровом виде поддерживает двигательную активность человека в повседневной жизни, используется

метод цифровой поддержки жизнестойкости человека, основанный на тестировании двигательной активности. Ядром системы является смартфон с инерциальными датчиками. Смартфон сопровождает человека и оценивает различные двигательные тесты мобильности человека. Собранный статистика обеспечивает основу для мотивации человека к большей физической активности.

Разработаны ML-модели по прогнозированию риска онкологических заболеваний, включающие входные и выходные данные, которые были использованы для разработки NLP-моделей и дополнены в процессе создания высокоточных моделей; входные данные состоят из описания и заключения, сформированных из любых документов, которые можно объединить в понятие «Протокол врачебного осмотра (жалобы, анамнез, объективные данные)»; выходные данные включают коды признаков, которые модель выявила в переданном тексте (не менее 30 признаков), примеры написания признаков во врачебных записях (не менее 3 примеров); генетические признаки расшифрованы в Примечании. Чувствительность 0,8 0,6 0,4; Deep Learning (ROC AUC = 0,75-0,86); Logistic Regression (ROC AUC = 0,74-0,76); Framingham (ROC AUC = 0,59-0,72); SCORE (ROC AUC = 0,66-0,73); PROCAM (ROC AUC = 0,60-0,69); 0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1

### **Здоровье человека:**

Проведено изучение показателей и оценка трендов демографических процессов в Республике Карелия в период 2011-2021 гг. на основании анализа официальных статистических данных Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Карелия (Карелиястат). Показано, что демографическая ситуация в регионе характеризуется многолетним процессом депопуляции: с 2011 по 2021 гг. население республики сократилось на 39,5 тыс. человек. Уменьшение количества жителей за последние 10 лет произошло во всех муниципальных районах республики, за исключением Прионежского района, Петрозаводского и Костомукшского городских округов, где численность населения в динамике возросла. Сокращение населения происходило преимущественно за счет сельских жителей, количество которых сократилось на 19,5% по сравнению с городскими, число которых уменьшилось на 2,5%. В гендерном аспекте в 2011-2021 гг. население республики уменьшилось в большей степени за счет женщин, количество которых сократилось на 5,23%, тогда как количество мужчин уменьшилось на 5,19%. В период 2011-2021 гг. на территории республики отмечался отрицательный естественный прирост населения (в 2011 г. -2,8; в 2021 г. -12,1), начавший возрастать с 2015 г. за счет уменьшения рождаемости. Естественная убыль населения резко возросла в 2020-2021 гг. за счет увеличения смертности в связи с пандемией COVID-19. В структуре причин смертности, как в целом в Российской Федерации, первые ранговые места в течение 2011–2021 гг. занимают заболевания системы кровообращения и новообразования. Возрастная структура населения относится к регрессивному типу и имеет устойчивую тенденцию к демографической «старости». Индекс молодости в целом по Карелии снизился с 0,70 в 2011 г. до 0,67 в 2021 г. Жителей старше 60 лет в 2011 г. в целом по республике было 18,3%, а в 2021 г. – уже 24,5% (по шкале Ж. Боже – Гарнье – Э. Россета соответствует очень высокому уровню демографической старости); старше 65 лет в 2011 г. было 12,3% населения, а в 2021 г. – 17% (согласно шкале демографического старения ООН, уровень более 7% определяет «старое» население). В период 2011-2021 гг. продолжилась многолетняя тенденция по уменьшению доли лиц трудоспособного возраста (с 61,1% в 2011 г. до 54,6% в 2021 г.) на фоне увеличения населения старше трудоспособного возраста (с 22,9% в 2011 г. до 27% в 2021 г.). С 2011 г. до 2019 г. происходило постепенное увеличение ожидаемой продолжительности жизни (как среди всего населения, так среди мужчин и женщин) с сохраняющейся гендерной разницей в 12-13 лет, однако, в связи с пандемией новой коронавирусной инфекции с 2020 г. этот процесс приобрел противоположный характер.

Продолжается комплексное экспериментальное исследование механизмов старения для изучения путей увеличения продолжительности жизни, фармакологической коррекции возрастной и онкопатологии в различных модельных условиях нарушений циркадианных ритмов. В рамках исследования изучается влияние различных световых режимов (постоянное освещение, световая депривация, стандартный режим освещения, естественное освещение Северо-запада России) на показатели биологического возраста и гомеостаза (масса тела, функциональные периоды развития животных, потребление корма и воды, температура тела, эстральный цикл, заболеваемость, продолжительность жизни, физическая работоспособность, выносливость, двигательная активность, исследовательское поведение, плодовитость, половое созревание, показатели углеводного, жирового, белкового обменов, гормональный уровень). Воздействие постоянного освещения исследуется в различные возрастные периоды (антенатальный, ранний и поздний постнатальный периоды). Влияние естественного режима освещения изучается в зависимости от даты рождения животных. Изучение влияния препаратов эпифиза (мелатонина, эпیتالона, эпیتالамин) на динамику исследуемых показателей биологического возраста, гомеостаза, продолжительности жизни у экспериментальных животных. Актуальность исследования обусловлена существующим в настоящее время глубоким демографическим сдвигом – прогрессивным увеличением в составе населения людей старшей возрастной группы, – что вынуждает более полно и глубоко изучать механизмы старения, искать эффективные средства, повышающие работоспособность стареющего населения и замедляющие темпы старения. Основные фундаментальные результаты: смена циркадианного цикла дня и ночи является наиболее важным регулятором множества физиологических функций живых организмов. Установлено, что воздействие как искусственного, так и естественного света ночью связано с серьезными проблемами поведения, состояния здоровья и развитием злокачественных новообразований, поскольку длительное световое воздействие подавляет ночной пик секреции мелатонина, вырабатываемого пинеальной железой. Применение исследуемых препаратов эпифиза может привести к увеличению средней продолжительности жизни, уменьшению возрастной патологии, снизить частоту развития опухолей. Исследование влияния различных световых режимов расширит существующие представления о механизмах старения и канцерогенеза.

Влияние условий моделированной микрогравитации на двигательную систему и автономную нервную систему здорового человека и испытуемых с паркинсонизмом. В 2021 г. было показано, что автономная нервная система подвергается модификации у больных паркинсонизмом как при однократной сессии СИ, так и при действии курса из семи 45-минутных сессий "сухой" иммерсии (СИ). Вместе с тем, практически неизвестно, как столь краткий по времени сеанс СИ влияет на показатели регуляции сердечной деятельности и гемодинамику у здоровых испытуемых. В исследуемую группу вошли 33 молодых здоровых испытуемых (18 мужчин, 15 женщин, возраст 19–23 лет), в соответствии с критериями включения и невключения. Артериальное давление (АД), частота сердечных сокращений (ЧСС) и электрокардиограмма (ЭКГ) в стандартном отведении II были записаны до, на 15, 30 и 40-й минуте сеанса СИ. Вегетативная функция оценивалась с помощью анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) с использованием стандартной версии ПО Kubios 2.0 (Финляндия, Куопио) в виде линейных (во временном и частотном доменах) и нелинейных (размерность корреляции, энтропии, параметры DFA1 и DFA2) параметров. Исследование показало, что систолическое и диастолическое артериальное давление было довольно стабильным, некоторые параметры ЧСС во временной области (SDNN, RMSSD, pNN50 и т.д.) и частотной области (TP, HF, LF, но не VLF) значительно увеличились в течение 45-минутного сеанса СИ. Из нелинейных параметров ВСР только энтропия значительно снизилась во время сеанса СИ. Результаты свидетельствуют о том, что кратковременный 45-минутный сеанс СИ вызывает у молодых здоровых испытуемых

нейрогенную вегетативную реакцию, основанную на барорецепторном рефлексе. Это обеспечивает стабильную гемодинамику у этих пациентов на протяжении всего сеанса СИ.

### **Гуманитарные науки:**

По направлениям «Проблемы исторической поэтики», «Новые источники и методы изучения Достоевского», «Текстология русской словесности» продолжается разработка новых аспектов теории и поэтики фольклорных и литературных жанров русской словесности XVIII–XXI вв., проблемы поэтики фантастического, изучается эпистолярное наследие старцев Свято-Введенской Оптиной Пустыни, семьи Достоевских, Н. В. Гоголя, И. С. Шмелева, А. Платонова.

Группа Международного центра изучения Достоевского продолжила исследование поэтики и текстологии творческого наследия Достоевского. Основное внимание уделялось изучению проблем атрибуции анонимных статей в изданиях писателя, жанровых, сюжетных, эйдологических и текстологических аспектов публицистики Достоевского (1873–1881).

Продолжено изучение творческих материалов из фонда Шмелева в РГБ, подготовлены критически доказанный текст повести «Под горами» и конкорданс сочинений И. С. Шмелева (<http://shmelev.petrso.ru/>).

По направлению «Север и Арктика в русской словесности» в 2022 г. продолжено исследование темы «Медийный образ острова Кижы в отечественной прессе». Собран, систематизирован, проанализирован материал советских журналов середины XX в. Выявлены основные характеристики медийного образа острова в период его формирования, проведён сравнительный анализ литературной и медийной репрезентаций.

Выполнены работы по проекту «Кереть - забытая жемчужина Русского Севера». Целью проекта было исследование медийного образа и культурно-исторического потенциала Керети (Лоухской район Республики Карелии). Реализация проекта включила экспедицию в пос. Чула и урочище Кереть (июль, 2022), изучение современного медийного образа Керети в СМИ Северо-Запада, исследование литературных репрезентаций Керети в прозе XX века и создание научно-популярного медиапроекта (серия очерков и 3 выпуска подкаста).

В рамках направления «Античные и христианские традиции в русской словесности» продолжается изучение античной традиции в русской литературе XIX–XX вв. начал выполняться научный проект "Античный код русской литературы" (рук. А. А. Скоропадская), поддержанный РНФ. В ходе первого года был проведен контент-анализ 16 периодических литературно-критических изданий, вышедших в свет в первой половине XIX в.: "Новости русской литературы" (1802-1805), альманах "Свиток муз" (1802-1803), "Вестник Европы" (1802-1831), "Московский Меркурий" (1803), "Патриот" (1804), "Журнал российской словесности" (1805), "Лицей" (1806), "Цветник" (1809-1810), "Чтение в беседе любителей русского слова" (1811-1816), "Санкт-Петербургский вестник" (1812), "Российский музей" (1815), "Московский телеграф" (1825-1826), "Северные цветы" (1825), "Телескоп" (1833), "Библиотека для чтения" (1834-1840), "Журнал министерства народного просвещения" (1834-1846). По каждому из анализируемых изданий заполнена рабочая информационная база, фиксирующая все варианты обращения к античной традиции в художественных и критико-публицистических произведениях. Корпус проанализированных текстов вообрал в себя около 4000 произведений. Собранный в ходе контент-анализа материал позволил систематизировать варианты рецепции античной традиции русскими литераторами. Результаты проекта представлены в научных статьях, докладах на Международных научных конференциях.

Продолжена работа по созданию профессионального филологического ресурса PHILOLOG.RU, включающего полнотекстовые электронные научные издания русского фольклора, русской литературы XVIII–XX вв., пополнены базы текстами в рамках проектов «Электронное научное издание сочинений И. С. Шмелева», оптимизированы конкордансы

по ЭНИ Шмелева и ЭНИ Державина, пополнена «Электронная библиотека научных статей и монографий преподавателей кафедры» (<http://libkafedra.ru>).

Рассмотрены основные направления современной отечественной историографии по ключевым аспектам изучения Смуты в России в начале XVII в. Можно утверждать, что Смута в России в XVII в. не может быть признана изученным явлением в отечественной истории. Разногласия в научной литературе, откровенные исторические ошибки в самостоятельных публикациях в сети Internet, а также в смысловом наполнении государственного праздника 4 ноября серьезно затрудняют понимание событий Смуты. Если хронология и последовательность смены государей на российском престоле в начале XVII столетия, даты сражений за Москву во время восстания И. Болотникова и Семибоярщины, имена самозванцев и иностранных претендентов на престол в целом не вызывают сомнений, то разобраться в причинах, природе и последствиях Смуты исследователям еще только предстоит.

Продолжалась работа по научным темам «Карельская народная медицина», «Рыболовство у карелов: комплексное (историко-этнографическое и этнолингвистическое) исследование», «Исследование синтаксиса карельского языка», «Исследование морфологии карельского языка», «Исследование лексики карельского языка». По всем темам проводились сопоставительные исследования с языком и культурой других прибалтийско-финских народов и шире – финно-угорскими, а также русскими. Научная новизна проведенных исследований определяется малоизученностью таких грамматических аспектов карельского языка как синтаксис (например, сложное предложение; служебные части речи), некоторых разделов морфологии (например, использование потенциала в ливвиковском и людиковском наречиях карельского языка). Некоторые пласты лексики карельского языка также исследованы спорадически. В связи с этим в научных изысканиях рассматриваются лексико-тематические пласты в диалектах карельского языка, проводится их мотивационный, этимологический и словообразовательный анализ. При проведении исследований в качестве источниковой базы использовались диалектные словари карельского языка, образцы карельской речи и архивные материалы.

Исследованы особенности психической деятельности детей и взрослых в условиях жизни в северных районах: изучены основные психологические проблемы и трудности, которые опосредуют жизнь детей и подростков в настоящее время в условиях проживания в северном регионе. Результаты свидетельствуют о том, что дети постоянно пребывают в состоянии тревоги, напряжения по причине высокой скорости жизни, цифровизации общества, информационной перегруженности, низкой ресурсности родителей и наставников – педагогов. Жизнь детей, преимущественно под воздействием микро общества – первичной группы и макро общества – системы общественных отношений, направлена и оценивается с точки зрения результатов, а не процессов, содержания. Все это провоцирует высокие риски развития депрессивных состояний у детей, суицидального поведения, развитие неврозов;

Исследованы проблемы личностного и профессионального благополучия педагогических кадров, жителей Карелии пенсионного возраста: Исследования позволили сделать вывод, что более 70% жителей пенсионного возраста удовлетворены своим финансовым, материальным положением, уровнем жизни. Основным положением, вызывающим неудовлетворенность, является состояние здоровья и уровень оказания медицинской помощи, что вызывает чувство психологической незащищенности и тревоги. Педагоги неудовлетворены межличностными отношениями, которые складываются с учениками и родителями учеников, указывают на перегруженность на работе, эмоциональную усталость и психическую атонию.

В 2022 г. были проведены 9 научных экспедиций, в том числе 3 комплексных :

«Кемь – 2022» (рук. Суворова И. М., комплексная)

«Беломорск – 2022» (3 отряда) (рук. Гусева Е.Р., Захарова О.В., Сониная А. В.,

комплексная)

«Лоухи – 2022» (2 отряда) (рук. Суворова И.М., Ратькова Е. И., комплексная)

Калевала – 2022» (рук. Чернякова И.А.)

«Золотец – 2022» (рук. Жульников А.М.)

«Кижы – 2022» (рук. Ратькова Е.И.)

В результате проведенных экспедиций были созданы электронный каталог (БД) экспонатов Дома-музея рунопевцев пос. Калевала (с регистрацией РИД), мультимедийный гид с видеоэкскурсионной программой для использования в Доме-музее рунопевцев пос. Калевала, электронный каталог (БД) Этно-литературного музея Ортьё Степанова в дер. Хайкола (с регистрацией РИД), текстовая база данных «Русские говоры Карелии» (с регистрацией РИД), хрестоматия «Живое слово Карельского Поморья» (с материалами экспедиций). Итоги экспедиционных исследований представлены в 15 научных статьях (WoS, ВАК, РИНЦ) и на научно-исследовательской конференции «Арктика и Север глазами ученых: результаты экспедиционной деятельности - 2022».

В работе экспедиций приняли участие 29 сотрудников ПетрГУ, 48 студентов, 3 аспиранта.

### **Экология и продовольственная безопасность:**

Продолжены исследования по рециклингу отходов глубокой переработки рыбы: апробированы способы переработки исходного сырья: гидролиз, биоконверсия, биокомпостирование; получены образцы продуктов переработки: протеиновый гидролизат, протеиноминеральный осадок, жирнокислотная фракция и продукт аутоферментации возвратного биокомпоста – органоминеральное удобрение. Результатом разработки технологии биоконверсии исходного сырья стали первичные экспериментальные данные, подтверждающие возможность осуществления рециклинга вторичных отходов форелеводства.

Продолжено исследование гематологических параметров *Parasalmo mykiss* в норме и патологии: собран биологический материал, проанализированы показатели СОЭ, выполнена дифференциальная диагностика эритроцитов и лейкоцитов, изучены аномалии ядер эритроцитов, морфологические особенности и разнообразие клеток эритроцитарного ряда - эхиоцитов, акантоцитов, овалоцитов, каплевидных эритроцитов и др., определена доля aberrantных клеток крови и доля эритроцитов с микроядрами, определена бактерицидная активность сыворотки крови; выполнена серия экспериментов по иммунотоксическому действию ципрофлоксацина и хлорамфеникола на морфофизиологическое состояние лимфоцитов.

Изучена пространственная структура единственной известной в настоящее время из Карелии популяции перламутровки *Boloria freija*. Предложена модель локальных и миграционных перемещений вида, доказана связанность группировок вида, населяющих местообитания островного типа в заповеднике «Кивач». Оценена интенсивность расселения имаго.

Продолжено исследование поверхностных водоёмов Карелии и Мурманской области по санитарно-микробиологическим критериям: установлен микробиологический фон водоёмов акватории бассейна Онежского озера, Белого моря и прилегающих к ним артериям, описана роль микроорганизмов в процессах естественного самоочищения водоёмов; выполнено подробное таксономическое описание бактерий группы *Proteobacteria*, определен уровень устойчивости группы *Proteobacteria* к антибиотикам, дана сравнительная характеристика по степени патогенности и вирулентности (на модели микроорганизмов, выделенных в различные периоды эпизоотического года), выявлены критические периоды во внутригодовой жизнедеятельности микроорганизмов.

Продолжено изучение пробиотического потенциала Коллекционных штаммов р. *Lactobacillus*, *Pseudomonas* и *Bacillus* для оптимизации состава комбикормов для форели, включая разработку лечебных и профилактических добавок к кормам.

Продолжены работы по оценке состояния популяций редких видов флоры Карелии, произрастающих в природных биотопах Ботанического сада ПетрГУ. В Красную книгу Республики Карелия (2020) включены 144 вида сосудистых растений и 28 из них имеют категорию охраны 4 (DD) – неопределенные по статусу, недостаточно изученные. Среди них есть виды, которые в конкретном регионе находятся на границе своего ареала и поэтому считаются уязвимыми и нуждающимися в ботаническом контроле. В Карелии одним из таких видов является *Jovibarba globifera* (L.) Parnell – бородник шароносный, произрастающий в республике у северной границы своего ареала.

### **Ресурсосберегающие технологии лесного и горного комплекса:**

В рамках деятельности Центра цифрового мониторинга северных и арктических экосистем в 2022 году разработаны методы и технологии дистанционного мониторинга экосистем с помощью беспилотных летательных аппаратов и наземных систем лазерного сканирования LiDAR. Данное направление работ является одним из первых в нашей стране по использованию этих систем в изучении древостоев. Метод обработки данных с БПЛА позволяет корректно детектировать в автоматическом режиме не менее 78% деревьев.

Для комплексного изучения динамики дендрофлоры были разработаны фотометрическое устройство и методика цифрового сканирования, позволяющие в полевых условиях с максимальными детализацией и точностью быстро фиксировать характеристики органов или частей древесных растений в процессе их роста. Методика апробирована при изучении сезонной динамики интродуцированного в условия средней тайги вида *Viburnum lantana* L. и вида местной флоры *V. opulus* L. Эти технологии позволили эффективно и без повреждений фиксировать сезонную динамику растений в цифровом формате. Анализ результатов оцифровки выявил закономерности роста и развития разных видов растений в зависимости от воздействия метеорологических факторов.

Разработана методика исследования структур горных пород и механизма их разрушения на микроуровне с применением метода рентгеновской компьютерной микротомографии. В результате микротомографических исследований получены следующие результаты: на основе статистической обработки результатов микротомографических исследований, выявлены параметры структуры порового пространства горных пород, влияющие на их физико-механические свойства – общая пористость, размеры и сферичность пор; установлены некоторые общие зависимости и закономерности, характеризующие взаимосвязь отдельных параметров структуры основных типов изверженных горных пород – гранитов и габбро-диабазов; обосновано, что при исследовании процессов деформации-разрушения необходимо учитывать неоднородность структуры горных пород, связанную с различным распределением пор в породообразующих минералах, что позволяет выявить наиболее ослабленные участки в объеме исследуемых образцов; определены основные характеристики пористости породообразующих минералов образцов микроклин-плагиоклазового гранита и габбро-диабаз. Установлено, что наиболее ослабленными участками, характеризующимися наибольшей концентрацией пор и наибольшими их размерами, являются зерна полевых шпатов – микроклина и плагиоклаза; разработана методика и выполнены исследования трансформации структуры порового пространства горных пород на разных стадиях нагружения. Установлено, при нагрузках, по величине соответствующих диапазону ~10-90% от ожидаемого предела прочности при сжатии, в породах происходят пластические деформации, приводящие к необратимому изменению объема и структуры порового пространства образцов после снятия нагрузки. Изменение объема наиболее сильно проявляется в пористой породе (гранит) и менее значительно в плотной породе (габбро-диабаз).

Предложен метод оценки показателей надежности при проектировании элементов конструкций технологических машин с позиций статистической механики разрушения по деформационному критерию, при этом задача оценки вероятности безотказной работы



сведена к определению вероятности отсутствия в сварном соединении трещин с раскрытием, превышающим допустимое значение.

Разработана система мониторинга биодegradации древесины в конструкциях исторических зданий – памятниках деревянного зодчества. Данная система реализована на программном и аппаратном уровне, апробирована в процессе обследования деревянных конструкций крыш на объектах музея-заповедника Кижи.

### **Внедрение собственных разработок в производственную практику.**

Результаты теоретических и практических научных исследований использовались не только в образовательном процессе, но и получили практическое применение на производстве: разработанная кафедрой зоотехнии, рыбоводства, агрономии и землеустройства Института биологии, экологии и агротехнологий процедура и технология внедрения способа отбора коров и быков на резистентность к маститу внедрена в производственную практику на коммерческой основе на племзаводе «Мегрега»; результаты работ сотрудников кафедры отечественной истории использовались региональными органами охраны объектов культурного наследия (Республика Карелия, Ленинградская область) для принятия управленческих решений по сохранению памятников археологии, проектными организациями – при разработке проектной строительной документации (автодороги и т.п.) в рамках разделов по сохранению объектов культурного наследия; в практике работы психологических служб учреждений и организаций РК используются разработки кафедры психологии Института педагогики и психологии. Материалы используются при проведении практических семинаров на темы, связанные с психологическим благополучием личности, проблемами психического развития, детско-родительских отношений, профилактики и коррекции отклонений в развитии, организацией психолого-педагогического сопровождения учебно-образовательной деятельности. Разработки кафедры наук о Земле и геотехнологий Института лесных, горных и строительных наук по исследованию физико-механических свойств горных пород использовались при оценке качества горных пород и получаемого из них щебня, сертификационным испытаниям и сертификации горных пород переданы в региональные компании горнодобывающей отрасли и энергетической промышленности: ООО "Карельский камень", ООО "Сортавальский ДСЗ", ООО "Карельский Габбро-диабаз". Сотрудниками кафедры физической культуры реализован проект: «Дыхание на пути здоровья»: отбор, анализ восстановительных процедур после перенесенного заболевания новой коронавирусной инфекции (COVID-19). В рамках проекта были созданы 3 видео курса с примерами оздоровительных технологий и комплексами дыхательных упражнений, которые были размещены в открытом доступе для населения. Проведен анализ вовлеченности контингента клиентов фитнес-клубов в спортивно-оздоровительные программы и на основе полученных данных предложены варианты привлечения населения к занятиям по спортивным программам в условиях фитнес-клуба. Сотрудниками кафедры туризма в рамках выполнения Дорожных карт развития районов Республики Карелия организована работа по созданию электронных путеводителей по районам Карелии и Петрозаводскому городскому округу. Разработаны новые темы экскурсий, предложены турфирмам для расширения разнообразия программ обслуживания туристов.

Результаты проведенных исследований у пациентов неалкогольной жировой болезнью печени, алкогольной болезнью печени, хроническими вирусными гепатитами и воспалительными заболеваниями кишечника применяются в гастроэнтерологических, терапевтических, инфекционных стационарах, поликлинических отделениях лечебных учреждений г. Петрозаводска: БСМП г. Петрозаводска, ОКБ на ст. Петрозаводск ОАО «РЖД», городских поликлиниках №1, 2, 4, 5 г. Петрозаводска, поликлинике ОАО «Кондопога». Результаты исследования ишемии головного мозга при генерализованном атеросклерозе и исследования критической ишемии нижних конечностей кафедры общей и факультетской хирургии Медицинского института используются в практической

деятельности Региональных сосудистых центров г. Санкт-Петербурга, г. Москвы, г. Казани. По результатам разработок кафедры неврологии, психиатрии и микробиологии клинико-эпидемиологического анализа данных по числу заболевших новой вирусной инфекцией Sars Covid 19 среди пациентов, страдающих болезнью Паркинсона была сформирована база данных больных болезнью Паркинсона, перенесших новую вирусную инфекцию Sars Covid 19. Результаты исследования нашли отражение в практической деятельности на базе неврологического отделения ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина г. Петрозаводск». Наиболее успешные и актуальные результаты собственных научных разработок кафедры акушерства и гинекологии, дерматовенерологии Медицинского института последовательно внедряются в практику оказания специализированной акушерско-гинекологической помощи в ГБУЗ «Республиканский перинатальный центр», ГБУЗ «Родильный дом им. К.А. Гуткина», Гинекологического отделения ГБУЗ «Республиканская больница им. В.А. Баранова», женских консультаций г. Петрозаводска. Результаты клинико-нейрофизиологических исследований двигательной системы в онтогенезе и при перинатальных повреждениях нервной системы у детей внедрены в работу ГБУЗ РК «Республиканский перинатальный центр». При участии кафедры педиатрии Медицинского института в Республике Карелия создана, пополняется и постоянно анализируется база данных по различным видам синдрома жестокого обращения с детьми, при этом осуществляется тесное сотрудничество с Министерством внутренних дел РК, органами социальной службы РК, также разработки кафедры по скринингу аутоиммунных заболеваний у детей используются на базе Центра детской эндокринологии ГБУЗ «Детская республиканская больница». Разработки кафедры биомедицинской химии, иммунологии и лабораторной диагностики, касающиеся клинической лабораторной диагностики, прошли апробацию на базе ГБУЗ «Республиканский онкологический диспансер» Республики Карелия и НОЦ ВБМТ ПетрГУ. Сотрудниками кафедры зоологии и экологии разработана и внедрена в производство органоминеральная добавка к биогумусу и биокомпосту "БИОФАР" на основе рыбного жмыха, торговая марка «Kala ja marjarojat» - декларация о соответствии N РОСС RU Д-RU.PA01.A.45903/22, сертификат соответствия RU.NTC1.00513/22; разработан и внедрен в производство комплекс дополнительного питания - природный адаптоген торговая марка «Блэкфид» - декларация о соответствии N РОСС RU Д-RU.PA01.B; разработан и внедрен в производство микробный концентрат солюбилизирующих K, P и Si бактерий Bacillus spp., органических соединений на предприятии РХ «Приладожье» - акт внедрения № 1 от 20.10.22. Материалы, полученные в результате морских гидробиологических исследований сообщества мидии съедобной Белого моря, используются Зоологическим институтом РАН (ЗИН РАН, г. Санкт-Петербург) для создания новых и совершенствования существующих биотехнологий, связанных с марикультурой и биологическим инжинирингом, для экспертной оценки современного состояния донных экосистем моря, причин их изменчивости, при прогнозировании развития искусственно создаваемых экосистем.

В Петрозаводском государственном университете продолжает вестись подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации (91 аспирант всех форм обучения). В 2022 г. проведен прием в аспирантуру на места, обеспеченные бюджетным финансированием, в количестве 23 человек, а также 5 человек были зачислены в аспирантуру на условиях договора об оказании платных образовательных услуг.

В диссертационных советах ПетрГУ защищены 5 диссертаций, из них 3 докторских. Всего сотрудниками университета защищено 12 диссертаций, в т. ч. 6 докторских.

В ПетрГУ в 2022 году действовали 2 диссертационных совета:

Д 212.190.03 – по физико-математическим и техническим наукам (председатель – председатель – д. т. н., проф. В. С. Сюнёв) – проводит защиты диссертаций по специальностям: 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и

комплексы программ»; 05.21.01 «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства». В 2022 г. состоялось 2 защиты кандидатских диссертаций и 3 защиты докторских диссертаций.

Д 212.190.06 – по физико-математическим наукам (председатель – д. ф.-м. н., проф. В. А. Гуртов) – проводит защиты диссертаций по специальностям: 01.04.04 «Физическая электроника», 01.04.07 «Физика конденсированного состояния».

В Петрозаводском государственном университете издается 13 научных журналов (из них 12 электронные), 3 из которых индексируются в Web of Science, в RSCI – 2 журнала, в Web of Science Zoological Record – 1 журнал, в Scopus – 3 журнала, в Перечне ВАК – 8, в РИНЦ – все журналы.

Большое внимание уделялось развитию научно-исследовательской работы студентов, рассматриваемой в ПетрГУ одним из важнейших условий подготовки высококвалифицированных специалистов.

В 2022 году более 5500 обучающихся приняло участие во всех научных мероприятиях, которые были организованы ПетрГУ и другими образовательными и научно-образовательными организациями. На конференциях и семинарах всех уровней обучающимися ПетрГУ было представлено 2094 доклада. Студентами опубликовано 719 научных работ, за научную работу получено 783 дипломов и грамот, подано 32 заявки на объекты интеллектуальной собственности, получено 29 охранных документов на объекты интеллектуальной собственности.

С 4 по 24 апреля 2022 года в Петрозаводском государственном университете прошла 74-я Всероссийская (с международным участием) научная конференция обучающихся и молодых учёных. Сайт конференции: <http://conf.petrso.ru>.

В конференции приняли участие обучающиеся Петрозаводского государственного университета, представляя все 11 образовательных институтов и подготовительный факультет. Кроме того, участники конференции представляли 23 средних образовательных школы и организации СПО г. Петрозаводска, Республики Карелия и соседних регионов, 22 организации высшего образования из 12 регионов Российской Федерации и 3 стран.

В работе 136 секций выступили с докладами 1650 человек. Из них: 1477 студентов; 36 аспирантов; 23 ординатора; 103 школьника, в том числе победители XXVII Республиканской научно-исследовательской конференции школьников «Будущее Карелии». Участниками и слушателями на заседаниях секций стали 5360 человек из ПетрГУ и других образовательных и научных организаций региона и страны.

По итогам работы конференции издан электронный сборник лучших докладов «Научно-исследовательская работа обучающихся и молодых учёных ПетрГУ». Право опубликовать статью в этом сборнике по итогам участия в конференции получили 157 авторов по решению жюри секций. Сборник размещается в научной электронной библиотеке Российского индекса научного цитирования <http://elibrary.ru>.

При поддержке Главы республики Карелия в ПетрГУ была реализована Программа поддержки НИОКР студентов и аспирантов. Всего на конкурс было подано 47 проектных заявок; все они были нацелены на внесение вклада в развитие республики. Победителями стали 25 проекта, которые были исполнены в течение 2022 года.

Университетом поддерживается работа студенческого электронного журнала *StudArctic Forum*, в котором публикуются материалы по техническим, естественным, гуманитарным и общественным наукам российских и зарубежных авторов. В 2022 году вышли 4 номера, включившие в себя 56 статей. Журнал индексируется РИНЦ, с 2022 года включён в научную библиотеку Киберленинка и Электронную библиотеку Республики Карелия. Выпуски журнала размещаются на сайте <http://saf.petrso.ru/>.

В Петрозаводском государственном университете продолжает активно работать Студенческое научное общество. Оно включает в себя 39 научных объединения, постоянно действующих при образовательных институтах и научных подразделениях ПетрГУ. За 2022 год для популяризации науки и помощи обучающимся в научной работе было

организовано и проведено 236 мероприятий различного уровня: от тематических лекций до конференций и научных школ, в том числе выездных.

Деятельность Студенческого научного общества в 2022 году была отмечена на федеральном уровне. По итогам конкурса Российской национальной премии «Студент года-2022» общество заняло IV место среди студенческих научных объединений организаций высшего образования России. По результатам участия в конкурсе студенческих научных объединений СЗФО Студенческое научное общество ПетрГУ было удостоено III места.

Проектная деятельность команд обучающихся осуществляется на площадке Молодежного инновационного парка ПетрГУ, имеющего соответствующую инфраструктуру, оборудование и персонал. Активно используется потенциал Точки кипения Петрозаводск, расположенной на территории университета.

В числе ключевых результатов модернизации в области научных исследований в 2022 году:

- продолжено развитие Центра искусственного интеллекта – научно-производственное подразделение, реализующего проекты в области прогнозной аналитики инженерных систем, машин и оборудования, интеллектуального анализа данных и поиска закономерностей, задач идентификации объектов, обработки естественного языка (Natural Language Processing), VR/AR технологий;

- открытие Научно-образовательной лаборатории медико-экологических исследований "ЭкоМед" в Научно-образовательном центре высоких биомедицинских технологий;

- продолжены работы по модернизации Многокомпонентного программно-аппаратного комплекса для автоматизированного сбора, хранения, разметки научно-исследовательских и клинических биомедицинских данных, их унификации и анализа в ЦОД на базе алгоритмов искусственного интеллекта и предиктивной аналитики с последующим внедрением инновационных технологий в научно-исследовательскую и образовательную деятельность, практическую медицину и реальную клиническую практику.