

Раздел 3  
ДРУГОЕ

УДК 502.3/502.5

doi: 10.31360/2225-3068-2023-87-185-202

**СОЧИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
РАН: ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
(1989–2020 гг.)**

**Рыбак Е.А., Мишулина С.И.**

*Федеральный исследовательский центр  
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,  
г. Сочи, Россия, e-mail: elena.rybak@gmail.com, MISHulSV@yandex.ru*

В 2020 году в Сочи был организован Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНЦ РАН) посредством объединения Сочинского научно-исследовательского центра РАН (СНИЦ РАН) и Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур. В статье приведены важнейшие виды и результаты исследований, которые были выполнены в СНИЦ РАН за тридцатилетний период по естественно-научному направлению. В работе использованы материалы научно-организационных отчётов организации, комплексных проверок СНИЦ РАН, а также научных отчётов по темам исследований. Основные направления деятельности СНИЦ РАН – фундаментальные и прикладные исследования экономических, экологических и социальных проблем развития рекреационно-туристского сектора экономики России, научное и научно-методическое содействие устойчивому развитию ЮФО и регионов рекреационно-туристской специализации Черноморского побережья России. При выполнении Программ был использован комплексный подход к решению проблем охраны, рационального использования и управления природными ресурсами Черноморского побережья России. Накопленный опыт фундаментальных теоретических исследований воплощён в целом ряде крупных проектов по развитию туризма в пространстве России, а также за её пределами, в частности, Краснодарского края, Крыма, ряде Кавказских республик (Южная Осетия, Республика Абхазия), Приморского края и других регионов, который отражён в десятках монографий, сотнях статей, и научных сборников, материалах международных и отечественных научно-практических конференций, аналитических материалах, представленных в органы исполнительной власти федерального и регионального уровней. После 2020 года некоторые виды исследований (по региональному климату, горному оледенению) были продолжены во вновь образованной лаборатории «Геоэкологии и природных процессов» ФИЦ СНЦ РАН.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, комплексные исследования, мониторинг, информационная система, база данных, природные ресурсы.

Сочинский научно-исследовательский центр РАН (СНИЦ РАН), вошедший в 2020 году в структуру ФИЦ СНИЦ РАН в качестве Института пространственного развития регионов (ИПРР), был организован 15 декабря 1988 года по Решению Президиума Академии наук СССР и Государственного комитета СССР по народному образованию № 202/538 в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 29 марта 1988 года № 388 «Об организации в г. Сочи учебно-научного центра по подготовке, повышению квалификации и переподготовке рабочих кадров и специалистов в области курортного дела и туризма».

Актуальность создания в конце восьмидесятых – начале девяностых годов на Юге России академической структуры определялась острой необходимостью разработки отечественной фундаментальной теории, методологии и практики развития экономики рекреации и туризма. Кроме того, решалась задача привлечения в город талантливой молодёжи, возвращения в Сочи высококвалифицированных специалистов (кандидатов и докторов наук), прошедших подготовку в ведущих ВУЗах Москвы, Ленинграда, Новосибирска и других научных и учебных центров страны. СНИЦ РАН СССР был включен в состав Отделения экономики АН СССР с возложением на Отделение научно-методического руководства центром.

Директором созданной академической организации был назначен молодой, инициативный ученый к.э.н. Марат Масутович Амирханов, успешно справившийся с поставленной перед ним задачей и долгие годы возглавлявший СНИЦ РАН (1988–2017 гг.) (фото 1).



**Фото 1.** Амирханов М.М., д.э.н.  
директор СНИЦ РАН  
с 1989 по 2017 год.

**Photo 1.** M.M. Amirkhanov,  
Dr. Econ. Sci., Director of SRC  
of RAS from 1989 to 2017



**Фото 2.** Трунев А.П., к.ф.-м.н.  
заведующий лабораторией экологии  
и математического моделирования

**Photo 2.** A.P. Trunev, Cand. Phys. Math.  
Sci. Head of the Laboratory of Ecology  
and Mathematical Modeling

В непростой период масштабных политических и экономических реформ 90-х годов им была проведена большая организационная работа по формированию научного потенциала Центра, созданию творческого коллектива, способного решать серьёзные научные и практические задачи в области региональной экономики, социологии и экологии, связанные с обеспечением устойчивого развития регионов рекреационно-туристской специализации юга России, становлению и развитию отечественной теории экономики рекреации и туризма. Основными направлениями деятельности СНИЦ РАН были определены фундаментальные и прикладные исследования экономических, экологических и социальных проблем развития рекреационно-туристского сектора экономики России, научное и научно-методическое содействие устойчивому развитию ЮФО и регионов рекреационно-туристской специализации Черноморского побережья России. Вплоть до 2014 года СНИЦ РАН работал по комплексным Программам исследования Отделения экономики РАН (впоследствии Отделения общественных наук РАН), с 2015 года – по проектам, утверждённым ФАНО России.

Одно из важнейших мест во всех Программах Центра занимали естественно-научные исследования: экологические, климатические, геофизические, биологические и т. д. В Программы были включены разделы «Экологические проблемы приморских региональных систем и проблемы использования природных рекреационных ресурсов в регионах с рекреационно-ориентированной экономикой», «Теоретические и прикладные проблемы перспективных технологий и материалов для обеспечения устойчивого развития южных регионов». При непосредственном участии М.М. Амирханова был предложен комплексный подход к решению проблем охраны, рационального использования и управления природными ресурсами Черноморского побережья России [1, 2, 3].

На первом этапе был собран и проанализирован архивный и картографический материал (статьи, научные отчёты сторонних организаций, климатические и гидрологические данные, находящиеся в центральных библиотеках России и специализированных организациях г. Сочи: архив, географическое общество, городской комитет по статистике и т. д.).

Наличие разноплановых специалистов (5 биологов, 4 географа, химик-аналитик, математик) и их высокая квалификация (3 доктора наук и 6 кандидатов наук) позволили не только разработать унифицированную классификацию природных ресурсов, но и методологию оценки природно-рекреационного потенциала и выявления причин его деградации, сформировать систему принципов экологического районирования регионов рекреационной специализации. Работа была выполнена

под руководством заведующего лабораторией экологических проблем к.ф.-м. н. Трунева Александра Петровича (фото 2).

К числу наиболее значимых результатов, полученных в ходе реализации первой программы исследований СНИЦ РАН, следует отнести создание структуры и наполнение фактологическим материалом основных разделов информационной базы данных природных ресурсов региона Сочи (к.г.н. Рыбак О.О.) и на её основе специалистами лаборатории был выполнен комплексный анализ состояния природных ресурсов. Каждый из специалистов наполнял свой раздел базы данных: к.г.н. Анисимов В.И. – геология и геоморфология, Сушенцева И.В. – энтамофауна региона, Садохина Е.В. – почвы и растительность и т. д. Результаты были высоко оценены зарубежными и отечественными коллегами и опубликованы в ведущем иностранном журнале по туризму [7, 18] и коллективной монографии [4]. Отметим, что эти три работы по комплексному исследованию природных ресурсов, экологического состояния Черноморского побережья России продолжают цитироваться во многих статьях и монографиях.

В дальнейшем естественно-научные исследования СНИЦ РАН выполнялись по различным видам природных ресурсов: климат, поверхностные воды, биологические сообщества и т. д. Кроме того, достаточно успешны были работы по математическому моделированию природных процессов, созданию датчиков для определения загрязнения атмосферы, поиску биологических индикаторов состояния окружающей среды.

Важнейшим разделом разработок в Программах было исследование региональных изменений климата в регионе и на Черноморском побережье в целом. В результате исследований было показано, что с конца 1970-х – начала 1980-х годов среднегодовая приземная температура воздуха выросла во всем регионе Чёрного моря и прилегающих территориях. Максимальный рост (1,4–2,0 °С) наблюдался в западной части региона, минимальный (около 0,8 °С) – на Черноморском побережье Кавказа и Южном берегу Крыма. При этом рост температуры произошёл в тёплый период года, главным образом, в августе при практически неизменных температурах в холодный период года. Потепление в тёплый период означало смену существовавшей ранее тенденции потепления в холодный период года. На фоне незначительного роста или неизменности среднегодовых сумм осадков на побережье Чёрного моря произошёл рост сумм осадков в некоторые месяцы года, преимущественно в феврале [10].

На основе полученных данных была проведена оценка параметров стохастических моделей и рассмотрена статистическая предсказуемость атмосферных процессов в регионе Сочи, результаты исследования

были использованы для моделирования загрязнения воздушной среды в регионе, а также для прогностических оценок изменения климата в регионе (к.ф.-м.н. Рыбак Е.А.).

Изменения климата на Черноморском побережье Кавказа в районе Сочи были оценены как благоприятные предпосылки для развития туризма. Увеличение продолжительности тёплого периода в осенние месяцы даёт возможность продлить курортный сезон. Увеличение осадков в феврале при той же среднемесячной температуре благоприятно для развития горнолыжного туризма.

Экологические системы и социально-экономическая структура современного общества чувствительны к изменениям климата как к таковым и к темпам этих изменений. Они являются значительной дополнительной нагрузкой на те системы, которые уже испытывают на себе негативные последствия нерационального управления и загрязнения. Эти последствия в отдельных случаях могут быть равны или даже превышать последствия изменения климата в локальном масштабе. Последствия изменений климата отражаются в сложном взаимодействии экологических, экономических, политических, социальных и технологических процессов. В результате принятие решений на всех уровнях власти, направленных на адаптацию к климатическим изменениям и смягчение их последствий, осуществляется в условиях значительных неопределенностей. Идентификация и интерпретация текущих изменений климатических характеристик в отдельном регионе, а тем более прогноз таких изменений (хотя бы и качественный) требует значительных усилий и наличия как можно большего количества данных наблюдений, которые позволили бы отделить влияние местных факторов, определяющих режим климатической изменчивости от факторов глобальных, а также отделить естественную составляющую изменчивости от долговременных тенденций, обусловленных общей направленностью изменения климата. По результатам исследований была предложена система мер, направленных на смягчение последствий потенциальных изменений регионального климата.

Устойчивое развитие рекреационно-ориентированной экономики в Азово-Черноморском регионе России предполагает разработку долговременной стратегии, которая учитывала бы изменения природных условий, в том числе и вероятных изменений климата. Проведённые исследования дают возможность оценить, в какой степени глобальные климатические изменения отразятся на окружающей среде региона и в соответствии с этим выстроить стратегию развития региональной экономики.

В рамках исследования проблемы моделирования региональных эколого-экономических систем в связи с вопросами их управления, была разработана модель турбулентного переноса примесного газа и аэрозольных частиц в приземном слое атмосферы над шероховатой поверхностью типа урбанизированного ландшафта или лесистых гор для оперативного решения вопросов управления загрязнением воздуха в крупных городах и рекреационных зонах.

Модель была получена «из первых принципов», т. е. непосредственно из уравнений динамики запылённого газа и из принципа подобия случайных величин параметров потока, таких как скорость, давление и температура. В рамках полученной модели удалось проследить эволюцию не только средних параметров потока, но и флуктуаций параметров, что особенно важно в задачах переноса воздушных загрязнений. Модель позволяет выразить потоки вещества, обусловленные турбулентной диффузией, не привлекая эмпирические результаты. Дальнейшие исследования позволили разработать систему моделей для экспертной оценки загрязнения атмосферы в приморских регионах с преобладающей бризовой циркуляцией [11].

Исследования группы сотрудников под руководством к.б.н. Лукашиной Н.С. «Проблемы моделирования качества атмосферного воздуха и устойчивого развития рекреационных регионов в связи с изменением окружающей среды» позволили оценить влияние патогенных факторов окружающей среды, таких как выхлопные газы автомобилей и радиоактивное загрязнение (явившиеся результатом чернобыльской аварии) на здоровье населения региона (были установлены достоверные прямолинейные корреляционные связи между числом единиц автотранспорта в регионе и заболеваемостью астмой, а также отдельными нозологическими формами раковых заболеваний) [4].

На основе разработанных ранее критериев качества окружающей среды было проведено экологическое районирование региона Сочи, предложена методика районирования рекреационных регионов Российской Федерации.

В рамках исследований влияния факторов формирования прибрежной зоны и экологического состояния вод в акватории регионов рекреационной специализации группой учёных под руководством д.т.н. Шахина В.М. решалась задача трансформации волн на подводном береговом откосе:

– был разработан численный метод расчёта трансформации волн (как регулярных, так и нерегулярных) на береговом откосе с произвольным рельефом дна;

– теоретически и экспериментально установлен эффект «развала» гребня волны большой амплитуды над подводной траншеей;

– решена задача о нелинейно-дисперсионном взаимодействии волн различной длины.

Разработанная программа по описанию движения волн в одномерной постановке применима для решения целого ряда научных и практических задач, например, для исследования трансформации волнового спектра в прибрежной зоне моря, оценки волновых нагрузок на сооружения, исследования воздействия волн на размываемые основания и др.

Была решена задача о взаимодействии волн и течений с инженерными сооружениями (плановая):

– предложен метод расчёта взаимодействия волнения с инженерными сооружениями.

На основе выполненных исследований был разработан пакет программ для расчёта волновых процессов в прибрежной зоне моря, в портовых акваториях и эффективности искусственных сооружений.

Пакет программ позднее был использован при строительстве береговых сооружений и порта при подготовке Олимпиады Сочи 2014.

Был разработан комплекс математических моделей для описания распространения загрязняющих примесей в прибрежной зоне моря под воздействием ветра и штормового волнения, а также информационно-прогностическая модель прибрежной зоны моря.

При ветровых условиях расчёты поля течений были выполнены в рамках классической теории мелкой воды, а при волнении – на основе модифицированной нелинейно-дисперсионной модели, позволяющей проводить расчёты как до прибойной зоны, так и в прибойной зоне. Модель позволяет рассчитывать гидродинамические характеристики течений, индуцируемых ветровыми напряжениями и ветровой нагон. Она является основным блоком для задач по переносу примеси транзитными течениями.

Разработанная математическая модель является основой методики компьютерного прогнозирования динамики загрязняющих примесей в прибрежной зоне моря при различных гидрометеорологических условиях, которая находит широкое применение при оценках воздействий на окружающую среду проектируемых и реконструируемых рекреационных комплексов, портов и берегозащитных мероприятий и др.

Предложения разработчиков с перечнем необходимых мероприятий по побережью вошли в Федеральную программу развития г. Сочи.

Совместно с научно-исследовательским центром «Морские берега» ряд разработок был внедрён в проектных решениях на побережье Краснодарского края и Каспийского побережья [13].

Неотъемлемой частью исследований стало определение критериев качества окружающей среды и экологического равновесия приморских региональных систем.

Существующие концепции развития туризма не рассматривают проблему регионального развития под углом потенциальных последствий климатических изменений, в то время как индустрия туризма является «климатозависимым» сектором экономики. Климат определяет продолжительность и качество туристических сезонов, состояние наиболее привлекательных природных ресурсов, является причиной многих стихийных бедствий. Влияя на объёмы туристских потоков, климат является существенным фактором, определяющим доходность туристской индустрии. В целях снижения климатических рисков и извлечения потенциальных выгод от изменения климата при разработке федеральных, региональных и муниципальных программ развития туризма необходимо учитывать происходящие изменения климата и тенденции этих изменений (д.ф.-м.н. Рыбак О.О.).

Поскольку исследования в СНИЦ РАН были комплексными, возникла идея связать изменяющийся климат и туристическую привлекательность региона.

Были рассчитаны туристские климатические индексы для отдельных пунктов на территории побережий Чёрного, Азовского и Каспийского морей и Северного Кавказа и для всего региона в целом. Впервые для расчёта использовались данные срочных метеорологических наблюдений и математического моделирования регионального климата. Результаты исследований позволили сделать вывод о том, что в долгосрочной перспективе на Черноморском побережье Кавказа и Крыма не ожидается значительных изменений аттрактивности. Прогнозируемый умеренный рост приземной температуры воздуха и осадков в горных районах Центрального и частично Западного Кавказа приведёт к ощутимому росту аттрактивности летом. Вероятное увеличение сумм зимних осадков при умеренном росте температуры воздуха в этом субрегионе обеспечит благоприятные условия для развития зимнего туризма. В летние месяцы из-за роста приземной температуры воздуха в условиях недостаточного увлажнения на Северном Кавказе и во внутренней области Крымского полуострова ожидается значительное снижение туристической привлекательности. Это обстоятельство следует учитывать при стратегическом планировании развития, в частности курортов

региона Кавказских Минеральных Вод. Это позволило максимально учесть влияние сочетания различных погодных факторов на привлекательность климата с точки зрения развития туризма и провести внутререгиональную дифференциацию по критерию аттрактивности [10].

Разработанная методика исследования и полученные результаты применимы, в частности, при подготовке планов регионального развития и при подготовке обоснования инвестиционных проектов, в тех случаях, когда требуется провести сравнительный анализ отдельных пунктов внутри одного и того же региона на предмет аттрактивности (к.ф.-м.н. Рыбак Е.А.).

В целях оценки влияния или выявления взаимосвязи была выполнена оценка изменений климата в предгорных и горных регионах Северного Кавказа в XX – начале XXI вв. по данным инструментальных наблюдений и дана оценка изменений характеристик оледенения северного склона Большого Кавказского хребта в этот же период. В частности, было установлено, что температурный режим в горных и предгорных районах Кавказа в зимний период и в холодную половину года формируется в значительной степени под влиянием аномалий атмосферной циркуляции, которую можно ассоциировать с положительной или отрицательной фазой одной из мод атмосферной циркуляции – Северноморско-каспийским колебанием (NCP). Тесную линейную связь между NCP и температурой воздуха в холодный период года (абсолютное значение коэффициента корреляции  $R$  между индексами NCP и приземной температурой воздуха более 0.5) целесообразно использовать, например, при детализации региональных сезонных прогнозов. В частности, в районе Сочи и Красной Поляны ниже значение 95%-ного интервала  $R \geq 0.6$ , что, вероятно, можно применять для построения прогностических оценок лавинной ситуации. Последнее обстоятельство чрезвычайно важно при планировании работы туристической горнолыжной индустрии, и актуально не только для курортов Красной Поляны, но всего Центрального и Западного Кавказа [7].

Продолжена работа по обобщению существующих методов даунскейлинга прогностических результатов математического моделирования климата на модели общей циркуляции для расчёта климатических изменений в горных и предгорных регионах Северного Кавказа до конца XXI века. Были проведены тестовые эксперименты по даунскейлингу данных глобального климатического моделирования до пространственных масштабов отдельных горных ледников [8, 9]. По результатам исследования было опубликовано 14 статей в изданиях WoS и Scopus (д.ф.-м. н. Рыбак О.О.).

С 1993 года в СНИЦ РАН проводились исследования по моделированию четвертичного оледенения в рамках динамико-стохастической модели климата, которая включает: совместное описание теплового баланса тропосферного слоя фиксированной высоты и океанического слоя фиксированной глубины; параметризованное описание циркуляции атмосферы и океана; описание водного баланса тропосферы. В модели воспроизводятся климатические условия раннего Плейстоцена (250 000 лет назад), когда четвертичное оледенение Земли было максимальным. Рассчитаны поля температуры воздуха и поверхности океана, поля среднемесячного количества осадков (к.г.н. Рыбак О.О.) [16]. Результаты исследования вошли в отдельную главу отчёта (подготовленного совместно с сотрудниками Института водных проблем РАН и физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова) по проекту INTAS № 93-0979 «Global Ice Sheets during the Last Two Climatic Cycles with the Emphasis on Entering into New Glaciation».

Под руководством д.х.н., проф. Хамракулова Т.К. выполнялись работы по созданию методов контроля и систем экологического мониторинга состава и загрязнения атмосферы, гидросферы и биосферы.

Разработанные сенсоры позволили приступить к систематическому измерению содержания ионов кальция, аммония, сульфатов в водных объектах, а также автоматическому непрерывному измерению оксидов азота, диоксида серы в атмосфере транспортных магистралей с интенсивным движением автотранспорта.

Создание автоматической системы аналитического контроля для установления экологических и биологических эффектов воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду относится к приоритетным направлениям исследований в области экологии. По результатам исследований было получено 5 патентов, а в 1995 году разработка электрохимического газоанализатора была удостоена серебряной медали Всероссийского выставочного центра.

Под руководством к.б.н. Дауровой Е.Г. проводился анализ уровня загрязнения прибрежной зоны Чёрного моря в районе города Сочи токсикантами; была проанализирована программа мониторинга загрязнения морских и речных экосистем, доказано её несовершенство, предложена система мониторинга хлорорганических пестицидов и нефтепродуктов в морских экосистемах; разработан метод биотестирования состояния загрязнения морской экосистемы, основанный на использовании в качестве биотеста мидий *Mytilus galloprovincialis* [6].

По блоку «Мониторинг состояния природных популяций, как индикатора стабильности функционирования экосистем» была разработана

и осуществлена программа биологического мониторинга основных рекреационных объектов горноклиматического курорта Красная Поляна: горнолыжного курорта «Псехако» и горнолыжного курорта «Роза Хутор». В задачи исследований входил мониторинг состояния популяций редких видов сосудистых растений и редких видов амфибий и рептилий.

В ходе решения этой задачи впервые был использован дифференциальный подход к выделению видов-индикаторов сосудистых растений и герпетофауны для различных высотно-экологических поясов в связи со спецификой ответных реакций организмов на происходящие изменения экосистем. Несмотря на констатацию неполночленности возрастной структуры большинства рассмотренных ценопопуляций сосудистых растений, был сделан вывод о том, что это, как правило, не влияет на их самоподдержание благодаря способности к вегетативному размножению большинства видов. В урочище «Псехако» были выявлены ранее не отмечавшиеся виды сорной растительности (мелколепестник канадский и ослинник Океса), проявляющие тенденцию к активному распространению (д.б.н. Туниев Б.С.).

Продолжались исследования масштабов воздействия плейстоценовых оледенений Западного Кавказа и голоценовой экспансии восточно-средиземноморских видов в ксеротермический период, оценка которых по-прежнему остаётся фундаментальной научной проблемой. Как неотъемлемая часть результатов исследований впервые было дано описание и составлена карта-схема расположения особо ценных и уникальных наземных экосистем, имеющих ключевое значение в сохранении биоразнообразия в планетарном масштабе (к.б.н. Тимухин И.Н.).

Проведены работы по определению степени трансформации и ведущих факторов размерности и пространственной структуры полей растительных группировок в рекреационных лесных экосистемах с учётом вертикальных зон Черноморского побережья России. Полученные результаты расширили экологическое представление о взаимоотношений динамике составных компонентов рекреационно-трансформированных лесных экосистем.

С целью сохранения и повышения устойчивости лесных экосистем рекреационно-туристской специализации проводились работы по определению степени трансформации и ведущим факторам размерности и пространственной структуры полей растительных группировок в рекреационных лесных экосистемах с учётом вертикальных зон Черноморского побережья России. Полученные результаты расширили экологическое представление о взаимоотношений динамике составных компонентов рекреационно-трансформированных лесных экосистем и

применимы для оценки изменения уровня экологической безопасности доминирующих лесных экосистем в процессе проектирования и проведения инженерных работ в предгорной, среднегорной и горной высотных зонах, связанных с Олимпиадой 2014 [14, 15] (к.б.н. Щербина В.Г.).

В рамках раздела «Математическое моделирование устойчивого развития регионов рекреационной специализации» были рассмотрены различные аспекты определения экологической безопасности региона как одного из факторов устойчивого развития; разработаны прогнозы состояния окружающей среды региона при условии выбора различных сценариев; исследованы экологические и социальные последствия выбора определенного сценария развития.

В работе определялись формальные критерии экологической безопасности в регионе с рекреационной специализацией экономики, и с помощью пакета SNNS-моделирования искусственных нейронных сетей, разработанного в Штутгартском университете, оценивались последствия для окружающей среды выбора того или иного сценария экономико-социального развития.

Прогностические оценки были сделаны на основе частично-рекуррентных сетей (сети Элмана-Жордана), которые рассматривались как оптимальные для моделирования динамики сложных многокомпонентных природно-социальных систем с иерархической организацией.

Разработка концептуальной модели регионального развития на основе ИНС является перспективным направлением математического моделирования в области на стыке естественных и гуманитарных дисциплин. Концептуальная модель позволяет на качественном уровне имитировать состояние природной среды региона в рамках выбранной стратегии социально-экономического развития.

Сопоставление различных сценариев развития региона в концептуальной модели и реальных показателей развития региональной экономики позволяет оценить состояние окружающей среды в будущем. Модельные результаты, определяемые выбором того или иного сценария, определяют формальный уровень экологической безопасности. Имитация экологических и социальных последствий в рамках выбранного сценария развития может послужить основой для разработки рекомендаций относительно принятия таких управленческих решений, которые обеспечивали бы устойчивое развитие экономики (д.ф.-м.н. Рыбак О.О.) [9].

В рамках работ по блоку «Теоретические и прикладные проблемы выбора перспективных технологий и материалов для устойчивого развития южных регионов России» проводились исследования с целью

оценки надёжности технических систем общего и специального назначения при их эксплуатации и хранении в наиболее агрессивных климатических условиях на территории России (субтропический климат) и разработки комплекса научно-обоснованных рекомендаций по повышению эффективности использования полимерных материалов в климатических условиях [5, 12]. В результате были:

– рекомендованы к применению научно-обоснованные показатели старения композиционных материалов на эпоксидных связующих и прозрачных термопластах, предназначенных для эксплуатации в субтропическом климате;

– разработаны основные принципы выбора полимерных композиционных материалов, предназначенных для эксплуатации в субтропическом климате;

– разработаны рекомендации по способам контроля за технологией изготовления ряда материалов для повышения их долговечности в климатических условиях;

– разработаны режимы и выявлены климатические факторы, обеспечивающие проведение ускоренных климатических испытаний, реализующих механизмы старения полимерных материалов в естественных климатических условиях.

По результатам исследований был получен патент РФ № 2080342. (к.т.н. Вапиров Ю. М.).

Помимо исследований, проводимых в рамках государственного задания, коллектив СНИЦ РАН принимал участие в реализации общегосударственных комплексных программ, программ фундаментальных исследований Отделения общественных наук РАН и программ Президиума РАН, таких как, программа «Мировой океан»: проект «Исследование динамики приморских региональных систем с учётом влияния природных, демографических и экономических факторов (на примере Черноморского побережья России)» (1992–1993 гг.), программа «Информатизация России»: разработка концепции построения интегрированной системы информационного обмена и связи Краснодарского края (1992–1994 гг.); «Глобальные изменения природной среды и климата» (1993–1994 гг.), Программа фундаментальных исследований Отделения общественных наук РАН «Россия в глобализирующемся мире» (2003–2007 гг.); Программа Президиума РАН «Фундаментальные проблемы пространственного развития Российской Федерации» (2009–2010 гг.), Программа Президиума РАН «Фундаментальные проблемы модернизации полиэтничного макрорегиона в условиях роста напряжённости» (2011–2014 гг.), Программа Президиума РАН №4: проект

«Оценка проявления экстремальных природных процессов на Черноморском побережье Кавказа» (2013 г.) и др.

В 1995–1997 гг. велись работы по ГНТП России «Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учётом риска возникновения природных и техногенных катастроф» (Направление 1. Безопасность сложных технических систем).

Полученные фундаментальные и прикладные результаты НИР позволили СНИЦ РАН выступить инициатором разработки и участником работ по научно-методическому обеспечению ряда федеральных и региональных целевых программ: Региональная программа создания и развития свободных экономических зон на территории Краснодарского края, была разработана концепция и пакет нормативно-правовых документов, регламентирующих порядок создания и функционирования свободных экономических зон различной специализации (1995 г.); Комплексное экологическое обследование территорий, резервируемых для целей признания их лечебно-оздоровительными местностями (2005 г.); Комплексное экологическое обследование юго-восточной части муниципального образования «Апшеронский район» (2006 г.); Программа экономического и социального развития города Сочи Краснодарского края на 2004–2008 годы; ФЦП «Социально-экономическое развитие города-курорта Сочи на период до 2010 года» (2006 г.); ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» (2013 г.); «Совершенствование методологических основ повышения конкурентоспособности регионального турпродукта в современной трансформирующейся экономике», в рамках Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» (2011 г.); ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2012 гг.».

Накопленный опыт фундаментальных теоретических исследований воплощён в целом ряде крупных проектов по развитию туризма в пространстве России, а также за её пределами, в частности, Краснодарского края, Крыма, ряде Кавказских республик (Южная Осетия, Республика Абхазия), Приморского края и других регионов, который отражён в десятках монографий, сотнях статей и научных сборников, материалах международных и отечественных научно-практических конференций, аналитических материалах, представленных в органы исполнительной власти федерального и регионального уровней.

В период подготовки к проведению в Сочи XXII Зимних Олимпийских игр 2014 г. сотрудники центра принимали самое активное участие

в разработке и реализации научной составляющей «Программы строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горно-климатического курорта», принятой Постановлением Правительства РФ от 29 декабря 2007 г. № 991 (д.б.н. Туниев Б.С., к.э.н. Шарафутдинов В.Н., к.г.-м.н. Гудкова Н.К., к.э.н. Мишулина С.И., д.т.н. Шахин В.М.). Результаты исследований по оценке социально-экономических последствий реализации крупных инвестиционных проектов в регионах рекреационно-туристской специализации были использованы при проведении эколого-экономических изысканий и подготовке соответствующих разделов ОВОС по целому ряду объектов программы строительства олимпийских объектов.

Сотрудники СНИЦ РАН привлекались в качестве экспертов рабочих групп по вопросам разработки планов восстановления экосистемы р. Мзымта (март – июль 2012, г. Сочи), экспертов по разработке плана действий по устранению выявленных пробелов (недостатков) по вопросам подготовки программы комплексного экологического мониторинга в рамках экологического сопровождения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи.

По результатам совместной работы с экспертами ЮНЕП был подготовлен План действий по мониторингу, включенный в план мероприятий экологического сопровождения XXI Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи, утверждённый Министром природных ресурсов и экологии РФ 01.10.12. и внесённый в перечень поручений Правительства РФ от 23.10.12 (ДК-П9-6417) (д.б.н. Туниев Б. С., к. ф.-м. н. Рыбак Е.А., к. г.-м. н. Гудкова Н.К.).

Совместно с Оргкомитетом «Сочи 2014» и Сочинским отделением Русского географического общества осуществлялась реализация проекта развития экотуризма в районе проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 года в г. Сочи. В ноябре 2012 г. была открыта новая экологическая тропа «Сухой каньон Псахо» с уникальным геологическим объектом и экосистемой самшитового леса (к.г.-м.н. Гудкова Н.К.).

Результаты исследований естественно-научного блока использовались в выполняемых учёными СНИЦ РАН работах по экономике природопользования, обеспечивая научное обоснование, комплексный междисциплинарный подход к решению задач эффективного, экологически безопасного использования природно-ресурсного потенциала регионов туристской специализации (к.э.н. Мишулина С.И., к.э.н. Хомутникова Н.И.).

Это далеко не все результаты, полученные учёными естественно-научного направления в СНИЦ РАН. Более полная информация будет представлена в коллективной юбилейной монографии, посвященной 130-летию Субтропического научного центра РАН.

Авторы благодарят непосредственных участников достигнутых результатов и приносят свои извинения за то, что не всех упомянули в своем кратком обзоре.

*Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СНИЦ РАН FGRW-2021-0015, № госрегистрации 122032300363-3*

#### Список литературы/References

1. Амирханов М.М. Опыт создания технологических парков и их роль в развитии национальных экономик, Известия Сочинского государственного университета. 2012; 1(19) : 9-12. [Amirkhanov M.M. Experience in creating technology parks and their role in the development of national economies, News of the Sochi State University. 2012; 1(19) : 9-12. (In Rus)].
2. Амирханов М.М. Рекреационно-ориентированный сектор экономики как отрасль национальной экономики России, Инновации. 2009; 5(127) : 22-25. [Amirkhanov M.M. Recreation-oriented sector of the economy as a branch of the national economy of Russia, Innovations. 2009; 5(127) : 22-25. (In Rus)].
3. Амирханов М.М., Папуша А.И., Рубцова С.И. Инновационный путь развития природопользования, энергообеспечения и охраны окружающей среды г. Севастополя и Крыма, Системы контроля окружающей среды. 2015; 1(21) : 113-118. [Amirkhanov M.M., Papusha A.I., Rubtsova S.I. Innovative way of development of nature management, energy supply and environmental protection of Sevastopol and Crimea, Monitoring systems of Environment. 2015; 1(21) : 113-118. (In Rus)].
4. Амирханов М.М., Трунев А.П., Лукашина Н.С. Природные рекреационные ресурсы, состояние окружающей среды и особый экономико-правовой статус прибрежных курортов. Москва: Экономика, 1997, 208 с. [Amirkhanov M.M., Trunev A.P., Lukashina N.S. Natural recreational resources, the state of the environment and the special economic and legal status of coastal resorts. Moscow: Economy, 1997, 208 p. (In Rus)]. ISBN: 5-282-01863-3.
5. Бокерия Л.А., Амирханов М.М., Зенин С.В., Новицкий В.В. Геофактор. Москва: Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, 2009, 144 с. [Bockeria L.A., Amirkhanov M.M., Zenin S.V., Novitsky V.V. Geofactor. Moscow: Scientific Center for Cardiovascular Surgery. A.N. Bakuleva, 2009, 144 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-7982-0242-3.
6. Даурова Е.Г. Холинэстеразы моллюсков – тест-индикаторы качества морской среды: сб. научных трудов СНИЦ РАН, Сочи: СНИЦ РАН. 2011; 154-159. [Daurova E.G. Mollusk cholinesterases – test indicators of the quality of the marine environment: Collection of scientific papers of SSRC RAS, Sochi: SSRC RAS. 2011; 154-159. (In Rus)]. ISBN: 978-5- 9901247-5-2.
7. Рыбак Е.А., Яицкая Н.А., Рыбак О.О. Влияние Северокаспийского колебания на формирование режимов температуры воздуха и осадков в кавказском регионе, Системы контроля окружающей среды. 2018; 3(33) : 57-64. [Rybak E.A., Yaitskaya N.A., Rybak O.O. Influence of the North Caspian oscillation on the formation of air temperature and

- precipitation regimes in the Caucasus region, *Monitoring systems of Environment*. 2018; 3 (33) : 57-64. (In Rus)].
8. Рыбак О.О. Математическое моделирование динамики ледникового щита Антарктиды: теория, эксперименты и приложения в палеореконструкциях. Москва: Физматлит, 2007, 223 с. [Rybak O.O. Mathematical modeling of the dynamics of the ice sheet of Antarctica: theory, experiments and applications in paleoreconstructions. Moscow: Fizmatlit, 2007, 223 p. (In Rus)]. ISBN: 5-94052-142-8.
9. Рыбак О.О. Математическое моделирование эволюции ледниковых щитов. Москва: Физматлит, 2011, 193 с. [Rybak O.O. Mathematical modeling of the evolution of ice sheets. Moscow: Fizmatlit, 2011, 193 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-94052-193-8.
10. Рыбак О.О., Рыбак Е.А. Климатические изменения в Черноморском регионе и разработка стратегии его устойчивого развития, Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013; 90 : 108-143. [Rybak O.O., Rybak E.A. Climate change in the Black Sea region and the development of a strategy for its sustainable development, Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2013; 90: 108-143. (In Rus)].
11. Трунев А.П. Теория турбулентности и моделирование диффузии примесей в приземном слое атмосферы. Сочи: СНИЦ РАН, 1999. 158 с. [Trunев A.P. A theory of turbulence and modeling of diffusion of pollutants in the boundary layer of the atmosphere. Sochi, 1999. 158 p. (In Rus)].
12. Трусов А.Д., Вапиров Ю.М. О применении в отношении основных средств, эксплуатируемых в условиях агрессивной природной среды климатических приморских курортов, специального повышающего коэффициента к основной норме амортизации, *Успехи современной науки и образования*. 2007; 7 : 40-46. [Trusov A.D., Vapirov Yu.M. On the application of a special multiplier to the basic depreciation rate in relation to fixed assets operated in an aggressive natural environment of climatic seaside resorts, *Progress in modern science and education*. 2007; 7 : 40-46. (In Rus)].
13. Шахин В.М., Шахина Т.В. Моделирование трансформации волн и течений в прибрежной зоне моря, *Океанология*. 2000; 40(4) : 653-657. [Shakhin V.M., Shakhina T.V. Modeling of the transformation of waves and currents in the coastal zone of the sea, *Oceanology*. 2000; 40(4) : 653-657. (In Rus)].
14. Щербина В.Г. Постолимпийские диапазоны устойчивости и восстановления трансформированных предгорных экосистем, *Экологический мониторинг и биоразнообразие*. 2015; 3 : 26-50 [Shcherbina V.G. Post-Olympic ranges of sustainability and restoration of transformed piedmont ecosystems, *Environmental monitoring and biodiversity*. 2015; 3 : 26-50. (In Rus)].
15. Щербина В.Г. Экологические аспекты буковых экосистем. Кривой Рог: Минерал, 2005, 409 с. [Shcherbina V.G. Ecological aspects of beech ecosystems. Krivoy Rog; Mineral, 2005, 409 p. (In Rus)]. ISBN: 966-8224-33-6.
16. Barbante C., Gaspari V., Gabrielli P. et al. One-to-one coupling of glacial climate variability in Greenland and Antarctica, *Nature*. 2006; 444(4) : 507-513. DOI: 10.1007/BF00813147.
17. Lukashina N.S., Amirkhanov M.M., Anisimov V.I., Trunев A.P. Tourism and environmental degradation in Sochi, Russia. *Annals of Tourism Research*. 1996; 23(3) : 654-665. DOI: 10.1016/0160-7383(95)00086-0.
18. Rybak E.A., Rybak O.O., Zasedatelev Y.V. Complex geographical analysis of the Greater Sochi region on the Black Sea coast, *GeoJournal*. 1994; 34(4) : 507-513. DOI: 10.1007/BF00813147.

**SOCHI RESEARCH CENTRE OF RAS:  
NATURAL SCIENCE RESEARCH  
(1989–2020)**

**Rybak Ye.A., Mishulina S.I.**

*Federal Research Centre  
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Sochi, Russia, e-mail: elena.rybak@gmail.com,  
MISHulSV@yandex.ru*

In 2020, a new Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (FRC SSC of RAS) was organized in Sochi by combining Sochi Research Centre of RAS (SRC of RAS) and Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops (RRIFSC). The paper presents the most important research types and results that were carried out at SRC of RAS over a thirty-year period in the natural science direction. The work uses materials of scientific and organizational reports of the organization, comprehensive inspections of SRC of RAS, as well as scientific reports on research topics. The main activities of SRC of RAS are fundamental and applied research of economic, environmental and social problems of the development of the recreational and tourist sector in the Russian economy, as well as scientific and methodological assistance to the sustainable development of the Southern Federal District and regions of recreational and tourist specialization on the Black Sea coast of Russia. When implementing the Programs, an integrated approach was used to solve the problems of protection, rational use and management of natural resources on the Black Sea coast of Russia. The accumulated experience of fundamental theoretical research is embodied in a number of major projects for the development of tourism in Russia and beyond its borders, particularly, in Krasnodar Krai, Crimea, a number of Caucasian republics (South Ossetia, the Republic of Abkhazia), Primorsky Krai and other regions, which is reflected in dozens of monographs, hundreds of papers and scientific collections, materials of international and Russian scientific and practical conferences, as well as in analytical materials submitted to the executive authorities of the federal and regional levels. After 2020, some types of research (on regional climate, mountain glaciation) were continued in the newly formed «Geoecology and Natural Processes» Laboratory of FRC SSC of RAS.

**Key words:** environmental problems, integrated research, monitoring, information system, database, natural resources.