

**Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса России на 2014 –
2020 годы»**

**Номер Соглашения о предоставлении субсидии/государственного
контракта:** 14.604.21.0129

Название проекта: Разработка методов и технологий мониторинга,
управления и сохранения биологического разнообразия водных
экосистем южных регионов России

Основное приоритетное направление: Рациональное природопользование

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Южный научный центр Российской академии наук

Руководитель проекта: Матишов Геннадий Григорьевич

Должность: заведующая отделом водных биологических ресурсов бассейнов
южных морей ЮНЦ РАН

E-mail: ssc-ras@ssc-ras.ru

Ключевые слова: биоразнообразии, мониторинг, водные экосистемы, южные
регионы России, осетровые рыбы, тюлени, криоконсервация, ихтиофауна,
гидроакустические съёмки, программное обеспечение, дегельминтизация,
альбендазол, генические исследования, биотехнологии реабилитации,
реинтродукции и адаптации редких видов рыб, GIS-модель, зоонозы.

Цель проекта

1. Создание технологий, методов и инструментария мониторинга
биоразнообразия для принятия управленческих решений по его сохранению в
водных экосистемах южных регионов России.

Разработка методов сохранения биоразнообразия редких и промысловых
видов животных и предупреждения инвазий возбудителей опасных зоонозов.
Создание интегральных показателей токсичности для выявления динамики
негативного воздействия суперэкоотоксикантов на биологическое
разнообразие.

2. Получение значимых научных результатов в области методологии и
технологий оценки состояния биологического разнообразия водных экосистем
южных регионов России, принципов его системного мониторинга, а также
формирование комплекса научных знаний, необходимых для разработки
новых подходов в области устойчивого и рационального использования
ресурсов живой природы и услуг в сфере управления, сохранения и
восстановления биологического разнообразия, предупреждения инвазий,
появления опасных зоонозов.

Основные планируемые результаты проекта

1. Для создания научной платформы намечено выполнение теоретических
исследований к разработке методов и технологий мониторинга, управления и
сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов
России на основе анализа современного состояния популяций водных
животных, динамики их численности в многолетнем аспекте, исследований
генезиса генетической структуры ряда промысловых видов рыб Понто-
Каспийского региона и анализа существующих биотехнологий разведения,
реабилитации и реинтродукции редких видов рыб для восстановления их

ареала.

Будет разработан прототип ГИС - модели доступных и предпочитаемых местообитаний для модельных видов редких животных, проведено наполнение БГД информацией о доступных и предпочитаемых местообитаниях модельных видов животных и построена логическая и физическая структура прототипа геоинформационной системы (ГИС).

Будут разработаны комплексные методики мониторинга численности и состояния популяций:

- комплексная методика мониторинга численности и состояния популяций водных животных с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала, построения мониторинговых исследований по оценке биоразнообразия водных экосистем, перспектив их сохранения для рационального использования природо-хозяйственного потенциала водоёмов;
- методика оценки состояния морских прибрежных биотопов и населяющих их сообществ гидробионтов (рыбы, макрозообентосные животные), выделения «горячих экологических точек» акваторий южных регионов России;
- методика определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов гидроакустическим методом;
- методика по мониторингу экологической безопасности от загрязненных диоксинами территорий;
- методика неинвазивной оценки благополучия популяций животных;
- методика криоконсервации репродуктивных клеток аборигенных, уникальных и исчезающих и хозяйственно-ценных видов рыб.

Запланирована разработка технологических методов получения супрамолекулярных комплексов для производства антипаразитарных фармацевтических средств и изготовление экспериментальной партии новых антигельминтиков для проведения испытаний их эффективности на естественно инвазированных животных, а также проведение испытания эффективности новых антигельминтиков на естественно инвазированных животных.

Планируется проведение экспериментальных исследований методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России.

Разработка эскизной документации на экспериментальный образец прибора для гидроакустической съемки внутренних водоемов различного типа с целью оценки численности рыбного населения, пространственного распределения и миграционного поведения рыб и изготовление экспериментальный образец прибора на основе многолучевых и сканирующих систем для гидроакустической съемки внутренних водоемов различного типа.

Запланирована разработка инструкции на технологию разведения, выращивания, реабилитации и реинтродукции редких видов рыб (на примере осетровых видов рыб) для восстановления их ареала.

В итоге будут разработаны предложения по устойчивому управлению биоразнообразием, определения степени благополучия водных экосистем в условиях многофакторного воздействия в южных регионах России и Крымского полуострова.

2. Комплексные методики мониторинга численности и состояния популяций водных животных с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала, построения мониторинговых исследований по оценке биоразнообразия водных экосистем, перспектив их сохранения для рационального использования природо-хозяйственного потенциала водоёмов. Методика должна обеспечить оперативную количественную оценку численности ценных видов рыб в водоемах южных регионов России с целью определения объемов промыслового изъятия и прогнозирования восстановления популяций.

Прибор для гидроакустической съемки будет состоять из:

- эхолота-картплоттера со встроенным структуризатором и четырехчастотным наружным датчиком 50/200 455/800 или аналоги (серийного производства);
- распределенной неподвижной антенной решетки с датчиками с возможностью электронного сканирования пространства водоема и последующей программной обработкой (разработка);
- системы контроля сканера, для приближенных объектов при помощи подводного видеонаблюдения (разработка);
- устройства сканирования с последующей синхронной компьютерной обработкой (разработка).

Прибор для гидроакустической съемки должен обеспечить:

- оценку структуры дна, определение качества нерестилищ на различных грунтах (песок, галька);
- сканирование нерестилищ, оценку их площади;
- определение мест зимовок, нагула и путей различного рода миграций рыб;
- выявление наличия водной растительности, оценку площади обрастания поверхности дна и нерестилищ фитофильных рыб;
- определение наличия скоплений бентосных организмов и оценку плотности и площади их распределения;
- выявление размера рыбы, наличия и плотности рыбных скоплений.

Изготовленная экспериментальная партия новых антигельминтиков (препарат) для рыб в количестве 100-150 гр будет:

- представлять белый кристаллический порошок;
- в основе препарата должен быть – альбендазол, близкий по структуре к мебендазолу;
- быть растворимым в диметилсульфоксиде, сильных кислотах и щелочах;
- быть малорастворимым в воде и метиловом спирте.

Препарат должен обеспечить снижение степени зараженности цестодами на 15 % в сравнении с аналогами.

Для разработки программы будут использоваться следующие языки программирования:

- язык программирования Python, версия 2.7;
- язык программирования JavaScript, версия 1.5 и выше.

Программа должна соответствовать стандарту операционных систем, ключевыми компонентами программного продукта являются:

- инструменты для ввода и оперирования информацией;
- система управления базой данных;
- инструменты поддержки пространственных запросов, анализа и

визуализации;

- графический пользовательский интерфейс для легкого доступа к инструментам.

Визуализация данных определяется созданным интерфейсом. Основные требования к интерфейсу: сортировка отображаемых данных, поиск данных, наличие вспомогательной информации.

Краткая характеристика создаваемой/созданной научной (научно-технической, инновационной) продукции

1. Комплексные методики мониторинга численности и состояния популяций водных животных с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала (в том числе – модернизация гидроакустического метода количественной оценки гидробионтов).

Методика и методы мониторинга численности и состояния популяций водных животных с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала, построения мониторинговых исследований по оценке биоразнообразия водных экосистем, перспектив их сохранения для рационального использования природо-хозяйственного потенциала водоёмов.

Экспериментальный образец прибора на основе многолучевых и сканирующих систем для гидроакустической съёмки внутренних водоемов различного типа.

Методов получения супрамолекулярных комплексов для производства антипаразитарных фармацевтических средств и изготовление экспериментальной партии новых антигельминтиков.

Прототип ГИС - модели доступных и предпочитаемых местообитаний для модельных видов редких животных.

2. Будет предложена новая комплексная методика мониторинга численности и состояния популяций водных животных с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала, построения комплексных исследований по оценке биоразнообразия водных экосистем, перспектив их сохранения для рационального использования природо-хозяйственного потенциала водоёмов на основе выявленных закономерностей и взаимосвязей различных факторов.

Разработан новый супрамолекулярный отечественный препарат антигельминтного действия, в основе его полученное новое соединение 2-Фенил-5-(3,4,5-триэтоксифенил)-1,3,4-оксадиазол.

Разработан экспериментальный образец нового гидроакустического прибора для сканирования малых водотоков и определения видового состава рыбного населения.

Новизна научного решения заключается в рассмотрении нормативно-правовых документов разного уровня (от международного до регионального ведомственного) с позиций их соответствия принципам сохранения и восстановления биоразнообразия водных экосистем, без ущерба для их хозяйственной значимости и возможности приведения их в единую систему соответствия данным принципам.

Новизна методики криоконсервации заключается в использовании стимулирования клеточных мембран низкочастотным током при скоростном замораживании и использовании новых протекторов обволакивающего действия.

Новизна биотехнологических методов реинтродукции состоит в повышении выживаемости молоди рыб на 10-20% в сравнении с существующими методами.

Экосистемный подход состоит в приложении методик, применяющихся фундаментальной наукой для мониторинга биоразнообразия, к результатам научных исследований осуществляемых с прикладными целями – подсчёт численности и биомассы рыб, оценка возможного улова.

Исследования по выявлению диоксинов сопоставимы с мировым уровнем и находятся в русле общемировых тенденций разработки интегральных показателей токсичности и мониторинга безопасности загрязненных территорий.

3. Полученные результаты ПНИ сопоставимы с международными аналогами, но некоторые превосходят международные, такие как новый супромолекулярный препарат на основе альбендозола, модернизированный гидроакустический прибор для сканирования малых водотоков и определения видового состава рыбного населения, комплексный методический подход к оценке биоразнообразия водных экосистем на с учётом региональных особенностей на основе современного научно-технического потенциала.

Полученные результаты дадут возможность конкурировать на внутреннем и внешнем рынке российской науке в области исследований прикладного характера в сфере мониторинга биоразнообразия водных экосистем и использования их природного ресурсного потенциала в хозяйственных целях.

4. Основными путями и способами достижения заявленных результатов является использование многолетнего большого научного задела в области оценки биологического разнообразия, и апробация результатов ПНИ на предприятии индустриального партнера.

В ходе реализации проекта планируется проведение мероприятий по информированию общественности о ходе и результатах выполнения прикладных научных исследований, в том числе: размещение информации о ходе выполнения и результатах проекта на официальном сайте ЮНЦ РАН; организация и участие в семинарах, выставках и т.п. с докладами о ходе выполнения и результатах.

Назначение и область применения, эффекты от внедрения результатов проекта

1. Область применения: биология, экспертиза биоразнообразия, природоохранная деятельность на водных акваториях, рыбное хозяйство, освоение и рациональное использование водных биоресурсов.

2. Результаты могут быть использованы:

- государственными органами при решении вопросов управления природопользованием на региональных территориях и прибрежных

акваториях, при реализации конкретных технологических мероприятий для уменьшения негативных последствий промышленно-хозяйственной деятельности для водных экосистем и хозяйственного потенциала южных регионов РФ;

- природоохранными и коммерческими организациями для проведения научно-производственных мероприятий по рациональному использованию и восстановлению природно-хозяйственного потенциала водоёмов юга РФ;
- бизнес-структурами для хозяйственного освоения водоёмов и прибрежных акваторий (аквакультура, рекреация, санаторно-курортное дело и др.).

3. Разработанные в ходе выполнения ПНИ методы должны использоваться для:

- оперативной количественной оценки ценных видов рыб с целью определения объемов промыслового изъятия и прогнозирования возможного возврата в реки производителей;
- восстановления редких и хозяйственно ценных видов животных по разработанным в ходе выполнения проекта технологиям, что даст до 15% прироста доходов от их промысла и до 10% экономии на работы по их охране по сравнению с существующими методами;
- более эффективного и менее дорогостоящего использования антигельминтиков, использование разработанных методов борьбы с опасными зоонозами должно обеспечить снижение потерь в рыбоводстве на 30% и а десятки раз снизить объем импорта иностранных препаратов;
- для более точной по сравнению с используемыми методами оперативной количественной оценки загрязненности среды суперэкоотоксикантами по разработанным в ходе выполнения проекта интегральным показателям, что должно обеспечить снижение экономического ущерба от загрязнения на 10%;
- для сохранения репродуктивных клеток аборигенных, уникальных и исчезающих и хозяйственно-ценных видов рыб как генетического ресурса с использованием новых низкотемпературных методик с увеличением выхода живых клеток до 80-90%;
- для обеспечения и учета доступных и предпочитаемых местообитаний редких животных и рыб тематическими картами.

4. Полученные результаты ПНИ будут востребованы и на международном уровне, особенно для мониторинговых исследований Азово-черноморского и Каспийского бассейнов. Так как эти территории являются трансграничными и использование новых разработок в рамках международного сотрудничества становится актуальным.

Текущие результаты проекта

Теоретически обосновано развитие единой нормативно-правовой базы и ее юридической основы в части мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России. Обосновано создание методов сохранения биоразнообразия на основе экосистемного подхода управления рыболовством, и использования базы данных рыбохозяйственных съемок ведомственных институтов.

Обоснована реконструкция и реабилитация осетровых рыб методом создания

маточных стад на генетических принципах позволяющих снизить вероятность обеднения генофонда восстанавливаемых популяций и поддержания оптимального соотношения внутри и межсубпопуляционного генетического разнообразия.

Для оценки генетического разнообразия осетровых рыб в качестве примера, проанализированы геномы русского осетра каспийской популяции методами молекулярной генетики. Анализ геномной ДНК по RAPD- и STR-маркерам выявил высокий внутривидовой полиморфизм русского осетра. Обосновано создание новой методики криоконсервации репродуктивных клеток рыб (осетровых и белорыбицы) с выходом до 80-90% живых спермиев и яйцеклеток после размораживания. В результате экспериментальных исследований установлено, различное содержание свободной внутриклеточной воды в составе сперматозоидов на основании этого скорректирован объем эндоцеллюлярного протектора в криозащитной среде при криоконсервации спермы рыб.

Для реабилитации и реинтродукции рыб предложена биотехнология по своей структуре и классификации относящаяся к гамма-технологиям, характеризующаяся целенаправленным формированием искусственной экосистемы, все составные части которой контролируются и управляются человеком на научной основе с учетом особенностей взаимодействия организма рыб и абиотических факторов среды обитания.

Проведены теоретические исследования к разработке методов и технологий мониторинга сообществ донных животных. Выявлены основные изменения, произошедшие в донных сообществах в последние десятилетия (Азовское море): деградация с доминированием понто-каспийских видов; изменение структуры вследствие вселения новых видов.

Экспериментальные исследования выявили новый вид-вселенец полихет рода *Marenzelleria*, который интегрировался в экосистему Таганрогского залива и дельты Дона, стал одним из наиболее распространенных и многочисленных видов зообентоса. Встречаемость его составляет до 90-100% в разных съёмках 2015 г.

Построена версия электронной базы данных, дано описание логической и физической структуры прототипа геоинформационной системы (ГИС) на основе информации о местообитаниях осетровых рыб и тюленей Каспия. Подана заявка на регистрацию БД доступных и предпочитаемых местообитаний редких животных и рыб.

Дано обоснование масштабной реабилитации осетровых видов рыб на фоне длительных негативных климатических и антропогенных изменений окружающей среды водных экосистем южных регионов России и ограниченного естественного воспроизводства.

Дано теоретическое обоснование использования методов микробной индикации как инструмента для мониторинговых работ и оперативной характеристики экологической ситуации в прибрежных водах. В качестве микроорганизмов-индикаторов фенолсодержащих вод предложено использовать грибы *Aspergillus*, *Penicillium*.. Индикаторами техногенного загрязнения выбраны гетеротрофные бактерии устойчивые к высоким концентрациям нефтеуглеводородов, фенолов, тяжелых металлов,

свидетельствующие о значительном загрязнении вод поллютантами. Отмечено, что уникальным полигоном для изучения деятельности бактерий во внутренних морях является акватория Каспийского моря.

Обоснована методика предупреждения инвазий возбудителей опасных зоонозов основанная на неинвазивной оценке благополучия рыб на основании комплекса показателей крови, относящихся к различным категориям: общие функциональные показатели крови; показатели неспецифического и специфического гуморального иммунитета; параметры лейкоцитарной формулы. Разработана методика по диагностике гельминтов и составлены методические рекомендации по мониторингу состояния популяций возбудителей опасных зоонозов.

Обоснована необходимость мониторинга загрязнения диоксинами и диоксиноподобными соединениями воды, донных отложений и гидробионтов различных трофических уровней водных экосистем Каспия. Выбраны и теоретически обоснованы методики определения стойких органических загрязнителей по ГОСТу, МУК и РД. Получены результаты исследований по содержанию диоксинов и диоксиноподобных веществ.

Теоретически обосновано создание методики получения водорастворимых супрамолекулярных комплексов альбендазола. Получено новое соединение 2-Фенил-5-(3,4,5-триэтоксифенил)-1,3,4-оксадиазол, которое будет положено в основу нового препарата. Наличие полиароматической системы у данного соединения способствует образованию его нековалентных конъюгатов и супрамолекулярных комплексов включения с различными биомолекулами. Выполнено моделирование работы гидролокатора, работающего в активном режиме. Для определения видового состава обосновано использование спектрально-энергетических характеристик звуковых сигналов, издаваемых рыбными скоплениями или отдельными экземплярами.

Экспериментальные исследования определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов гидроакустическим методом по данным приборов на основе многолучевых и сканирующих систем для гидроакустической съемки проводились по трем основным направлениям: 1) исследования мест скопления, численности, состояния гидробионтов и их миграционной активности; 2) Исследование собственного излучения рыб различного видового состава; 3) Исследование акустических характеристик рыб различного видового и возрастного состава. В ходе исследований было установлено наличие в водоемах отдельных рыб и рыбных скоплений.

Преимущественными видами являлись красноперка, карась, пиленгас. Установлено, что рыбные скопления располагались преимущественно на участках водоемов с глубинами 2-3 м. В зависимости от рельефа дна площадь таких участков, обнаруженных при исследованиях, составляла от 30 до 250 кв.м. Установлено, что шумы естественного происхождения и вызванные работой систем обеспечения сосредоточены в низкочастотной области, не превышающей 500 Гц.

Все экспериментальные исследования методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России проведены согласно Программе и методике исследований, подготовлены акты и протоколы экспериментальных

исследований.