УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского” Дальневосточного отделения Российской академии наук

_____ В.В. Мордухович

«11» февраля 2025 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского” Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН)
на диссертационную работу **Яхненко Алены Сергеевны** “*Сравнительный анализ внутривидовой и межвидовой генетической дифференциации губок Байкала (Porifera: Spongillida)*”, представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. Генетика

Актуальность темы диссертационной работы *Яхненко А.С.* не вызывает сомнений в связи с необходимостью проведения исследований в области популяционной и эволюционной генетики пресноводных губок (Porifera: Spongillida) древнего озера Байкал. Сохранение биологического разнообразия в целом, и эндемичных, редких видов в особенности – актуальнейшая задача современности. Поэтому понимание генетической изменчивости и структуры популяций имеет основополагающее значение как для обсуждения теоретических проблем, связанных с анализом микроэволюционных закономерностей на внутривидовом уровне, так и для видовой идентификации, мониторинга биоразнообразия, а также для проведения природоохранных мероприятий, направленных на контроль неблагоприятных природных и антропогенных воздействий на популяции важнейших компонентов экосистемы озера Байкал. Очевидно, что новые проблемы, появившиеся в последние десятилетия, требуют решений на базе новых современных методов и методологических подходов. В этой связи, перспективным является комплексный подход с использованием мультилокусных генетических маркеров, который в настоящее время широко применяется в популяционно-генетических исследованиях различных видов, включая представителей морских и пресноводных космополитных губок.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов. Научная новизна диссертационной работы связана со слабой изученностью генетического разнообразия пресноводных губок, в том числе внутривидовой структуры *Lubomirskia baikalensis* (Pallas, 1771) и *Ephydatia muelleri* (Lieberkühn, 1856). Оригинальными и приоритетными являются данные, полученные *Яхненко А.С.* по двум типам молекулярных маркеров: микросателлитным локусам ядерной ДНК и митохондриальной ДНК (мтДНК), результатов по которым для пресноводных губок в литературе немного.

Соискателем впервые проведено изучение популяционно-генетической структуры байкальских эндемичных губок (на примере *L. baikalensis*) и установлено наличие пространственно-генетической подразделенности, связанной с котловинами в озере Байкал. Впервые выполнена реконструкция демографических процессов в популяциях *L. baikalensis* и показан рост эффективной численности в прошлом. Кроме того, получены новые

обоснованные данные о равновесном состоянии современной популяции *L. baikalensis* без признаков прохождения через бутылочное горлышко, несмотря на документированные случаи уменьшения численности вследствие массовой гибели и заболеваний.

Впервые изучена популяционно-генетическая структура представителя космополитных пресноводных губок *E. muelleri*, обитающих в озере Байкал, и показано наличие пространственно-генетической подразделенности популяции. В ходе диссертационного исследования соискателем разработан оригинальный набор микросателлитных локусов ядерной ДНК, который позволил подтвердить генетическую дифференциацию между представителями четырех родов байкальских эндемичных губок (*Lubomirskia, Baikalospongia, Rezinkovia* и *Swartchewskia*).

Теоретическое и практическое значение диссертационной работы. Диссертационная работа *Яхненко А.С.*, в которой проведен анализ генетической дифференциации двух семейств пресноводных губок (Lubomirskiidae и Spongillidae) озера Байкал, представляет собой существенный вклад в решение ряда фундаментальных проблем эволюционной экологии и популяционной генетики. Полученные данные могут быть весьма полезными для сравнительных исследований по видообразованию и исторической биогеографии других гидробионтов древних изолированных экосистем. Результаты исследования дополняют сведения об истории и эволюции уникальной фауны Байкала и вносят вклад в понимание микроэволюционных процессов, механизмов видообразования и адаптации видов к условиям среды обитания.

Практическое значение работы заключается в разработке и апробировании молекулярных маркеров для дифференциации популяций, идентификации эндемичных таксонов и эволюционно значимых внутривидовых группировок, а также для оценки и мониторинга биологического разнообразия губок. Полученные результаты и сформулированные выводы работы позволяют использовать их для дальнейшего изучения губок не только в озере Байкал, но и в других местах обитания с целью выявления комплексных факторов, влияющих на динамику популяционной структуру губок, поскольку документируют современное состояние их популяций. Материалы диссертации имеют большой потенциал при инвентаризации биоразнообразия, организации охраны популяций эндемичных гидробионтов, которые являются важнейшими компонентами уникальной экосистемы озера Байкал. Методические подходы, примененные соискателем, могут быть востребованы исследователями родственных видов и пригодятся при подготовке специалистов в области популяционной генетики и филогеографии.

Степень разработанности темы, цель и задачи. Популяционно-генетическая структура отдельных видов морских губок достаточно полно исследована на основе анализа изменчивости микросателлитных локусов ядерной ДНК. Однако у пресноводных представителей этого типа популяционно-генетические исследования практически не проводились.

На сегодняшний день молекулярно-генетические исследования губок озера Байкал, оригинальные описания которых основаны на морфологических признаках, ограничены реконструкцией филогенетических отношений. Исследований по выявлению популяционной структуры и оценке генетического разнообразия, исторических демографических процессов ранее не проводилось. Поэтому цель диссертационного исследования – оценка внутри- и межвидовой изменчивости представителей двух семейств губок (байкальского эндемичного Lubomirskiidae и космополитного Spongillidae) с помощью митохондриальных и ядерных молекулярно-генетических маркеров. Для достижения цели требовалось выполнить следующие задачи:

1. Оценить перспективность использования митохондриальных маркеров для изучения внутри- и межвидовых взаимоотношений байкальских губок семейств Lubomirskiidae и Spongillidae.

2. Разработать наборы видоспецифичных и универсальных ядерных микросателлитных маркеров для представителей семейств Lubomirskiidae и Spongillidae.
3. Оценить возможность выявления межвидовой генетической подразделенности представителей семейства Lubomirskiidae с помощью микросателлитных маркеров.
4. Изучить популяционно-генетическую структуру Lubomirskiidae и Spongillidae на примере видов *L. baikalensis* и *E. muelleri* с помощью разработанных микросателлитных маркеров.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов несомненна, поскольку работа выполнена с использованием широкого диапазона современных методических подходов, связанных с изучением генетической изменчивости и анализом популяционно-генетической структуры видов; эксперименты грамотно спланированы и проведены, использована достаточная выборка образцов. Применение различных современных статистических тестов для микросателлитных локусов ядерной ДНК и мтДНК подтверждает надежность результатов исследования.

Материалы диссертации представлены на российских и международных конференциях, основные научные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в том числе имеется три статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации для публикации результатов диссертационных исследований, и две статьи в журналах, индексируемых РИНЦ. Личный вклад автора в диссертационную работу не вызывает сомнений.

Структура и содержание диссертационной работы. Текст диссертационной работы имеет традиционную структуру, включает список сокращений, введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы и список цитированной литературы. Общее число страниц диссертации 125, из которых 90 составляет основной текст, остальное – список литературы из 185 источников и Приложения. Работа содержит 20 таблиц и 18 рисунков, размещённых в основном тексте. Диссертация содержит 5 приложений в виде сводных таблиц, представляющих экспериментальные данные по микросателлитным локусам и иллюстрацию метода реконструкции изменения эффективной численности популяций.

Во *введении* автор обосновывает актуальность проблемы, которая не вызывает сомнений, описывает современное состояние области исследования, формулирует и обосновывает поставленную цель и задачи, решаемые в ходе проведенного исследования, научную новизну работы, теоретическую и практическую значимость, указывает основные методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, степень обоснованности и достоверности полученных данных, декларирует свое личное участие. В разделе представлены публикации и апробация результатов на научных конференциях и симпозиумах.

Глава "*Обзор литературы*" логично структурирована, содержательна, читается с большим интересом и дает полное представление о поднятой проблеме. Вслед за общей характеристикой (раздел 1.1) и описанием современного состояния озера Байкал (подраздел 1.1.2), даны подробные сведения о спонгиофауне озера в целом (раздел 1.2). Данный раздел содержит все необходимые сведения, касающиеся объектов исследования, в том числе: таксономическое положение, биология и распространение видов, состояние популяций в различных частях ареала, а также изложение современных взглядов на проблемы идентификации видов и анализа биоразнообразия группы. В разделе 1.3 обобщены имеющиеся в литературе сведения о применении молекулярно-генетических методов в исследовании родственных взаимоотношений губок озера Байкал и полученных результатах. Сведения из литературы приведены достаточно подробно, с высоким уровнем детализации, необходимым для последующего обсуждения. Раздел 1.4 дает представление о микросателлитных локусах ядерной ДНК, как наиболее информативных участках генома для анализа генетических процессов в природных популяциях широкого круга организмов, включая морских и пресноводных губок. В подразделе 1.4.1 обсуждаются вопросы

методического характера, связанные с разработкой микросателлитных маркеров, крайне важные для рассматриваемой диссертации.

В целом, не прибегая к постраничному рассмотрению представленных в обзоре литературы данных, по существу разбираемой проблемы следует отметить, что они представительны и довольно убедительны. Многие вопросы, включая популяционно-генетические исследования губок озера Байкал, остаются актуальными, что стимулирует проведение комплексных молекулярно-генетических исследований.

Глава "*Материалы и методы*" достаточно полно отражают все этапы выполнения работы. В разделе 2.1 кратко описан сбор образцов. В разных локальностях озера Байкал было исследовано 12 выборок. Всего изучено 292 особи губок по микросателлитным локусам ядерной ДНК, среди которых 251 особь *L. baikalensis* и 41 – *E. muelleri,* а также 66 коллекционных образцов губок по двум фрагментам гена *COI* мтДНК. Для реконструкции родственных взаимоотношений семейства Lubomirskiidae были собраны и идентифицированы 20 образцов, относящиеся к четырем видам губок (*Baikalospongia bacillifera, Lubomirskia abietina, Rezinkovia echinata, Swartchewskia papyracea*). Таблицы достаточно информативны и дают полное представление об объеме проанализированного материала. Раздел снабжен качественными фотографиями основных объектов исследования. В разделах 2.2 – 2.4 подробно изложены протоколы экспериментов и методические подходы: выделение тотальных препаратов ДНК из фиксированных тканей, ПЦР амплификация фрагментов гена *COI* и микросателлитных локусов. Необходимо отметить проведенную поисковую работу по самостоятельной разработке микросателлитных маркеров (раздел 2.4). Позитивно следует также отметить, что конструирование видоспецифических праймеров для микросателлитных локусов позволило резко повысить качество ПЦР. Далее автор приводит протокол очистки и секвенирования продуктов ПЦР.

В разделе 2.5 автор развернуто описывает анализ данных, включая статистические методы, применяемые в диссертационном исследовании, необходимые для оценки достоверности полученных результатов. Обработка полученных данных велась с использованием комплекса современных компьютерных программ на высоком профессиональном уровне. Представлен широкий арсенал современных методов и подходов, адекватных решению поставленных задач и достижению цели исследования. Выбор набора программ, используемых моделей и настроек представляется обоснованным. В целом глава "Материалы и методы" является свидетельством проведения *Яхненко А.С.* самостоятельной поисковой работы, базирующейся на хорошем понимании и знании ее предмета.

Глава "*Результаты и Обсуждение*" составляет значительную часть диссертационной работы, в которой изложены результаты собственных генетических исследований. В разделе 3.1 приведены данные анализа 66 нуклеотидных последовательностей двух фрагментов гена *COI* мтДНК байкальских эндемичных и космополитных губок семейств Lubomirskiidae и Spongillidae. Результаты анализа изменчивости объединенных фрагментов гена *COI* мтДНК свидетельствуют о низком уровне изменчивости губок по данному маркеру, который имеет ограниченные возможности как для филогенетических реконструкций, так и для популяционо-генетических и филогеографических исследований губок. Митохондриальный маркер поддерживает монофилетические группы губок только на высших иерархических уровнях. Результаты филогенетического анализа, по мнению автора, вполне соответствуют гипотезе возникновения семейства Lubomirskiidae от общего с *Ephydatia muelleri* предка, предложенную ранее на основе транскриптомных и молекулярно-генетических данных.

Раздел 3.2 посвящен результатам поисковой работы, проведенной *Яхненко А.С,* по подбору информативных маркеров для близкородственных видов губок. Очевиден большой вклад автора в оптимизацию подхода для разработки наборов универсальных и видоспецифичных микросателлитных маркеров. Поиск эффективных маркеров также потребовал многошаговой процедуры тестирования на нескольких ступенях анализа, для сравнения эффективности разных подходов. Тестирование кросс-видовой специфичности микросателлитных локусов показало, что представленный в литературе набор

видоспецифичных микросателлитных локусов не подходит для популяционно-генетических исследований *L. baikalensis* и *E. muelleri*. Подразделы подробно описывают результаты разработки наборов микросателлитных локусов *de novo* для *L. baikalensis* и *E. muelleri* на основе полногеномных последовательностей, результаты тестирования межвидовой специфичности новых панелей микросателлитных локусов внутри семейства Lubomirskiidae, результаты анализа геномных и транскриптомных данных *L. baikalensis* и *E. muelleri*. Общий результат этого большого раздела: (1) разработаны наборы из 10 видоспецифичных микросателлитных локусов для популяционно-генетических исследований *L. baikalensis,* из 7 локусов для анализа *E. muelleri*; (2) наборы универсальных микросателлитных локусов для четырех видов байкальских эндемичных губок (*Lubomirskia abietina, Baikalospongia bacillifera, Swartchewskia papyracea* и *Rezinkovia echinata*) и для сравнительного анализа представителей Lubomirskiidae и Spongillidae; (3) показано, что для разработки универсальных микросателлитных маркеров наиболее эффективно использовать полногеномные последовательности.

В разделе 3.3 обсуждаются результаты исследования генетической изменчивости и дифференциации представителей семейств Lubomirskiidae и Spongillidae по микросателлитным локусам. Все полученные данные подробно проиллюстрированы рисунками и показателями статистического анализа. Показано (подраздел 3.3.1), что анализ микросателлитных локусов, позволяет дифференцировать представителей четырех родов (*Lubomirskia, Baikalospongia, Rezinkovia* и *Swartchewskia*) семейства Lubomirskiidae, что соответствует разрешающей способности использованного митохондриального маркера. Однако, к сожалению, проведенный анализ немного добавил к пониманию дивергенции видов семейства Lubomirskiidae, поскольку не выявил межвидовых отличий. В тоже время, определены границы разрешающей способности разработанных микросателлитных маркеров для дифференциации пресноводных губок (подраздел 3.3.2).

Популяционно-генетический анализ эндемичного вида *L. baikalensis* (подраздел 3.3.3) показал, что популяция находятся в состоянии равновесия Харди-Вайнберга и характеризуется выраженной генетической подразделенностью, связанной с котловинами обитания в озере Байкал. Эти данные подкреплены достоверными значениями показателя межпопуляционной подразделенности F_{ST} и результатами Байесовского кластерного анализа изменчивости микросателлитных локусов в программе Structure. Статистические тесты для микросателлитных локусов выявили вероятное направление миграций между тестируемыми группировками *L. baikalensis.*

Сравнение уровней генетической подразделенности исследованного эндемичного вида с морскими губками (по литературным данным), позволило предположить, что наблюдаемые различия связаны с геологической историей озера и историческими демографическими процессами в предковой популяции *L. baikalensis* за последние сто тысяч лет. Реконструкция изменения эффективной численности *L. baikalensis* показала высокую вероятность недавней популяционной экспансии, предположительно, до 24 тыс. лет, связанной с последним оледенением. Кроме того, подтверждается высокий уровень эффективной численности современной популяции *L. baikalensis.*

Популяционно-генетический анализ космополитного вида *E. muelleri* (подраздел 3.3.4) показал, что популяция находится в равновесном состоянии и характеризуется генетической подразделенностью в районе залива Малое Море озера Байкал. Результаты в целом соответствует уровням генетической дифференциации, оцененной для пресноводных речных спонгиллид.

Таким образом, подразделенность двух видов губок семейства Lubomirskiidae в озере Байкал соответствует модели изоляции расстоянием. Все полученные результаты достаточно подробно и обстоятельно проанализированы и обсуждены, сформулированы наиболее вероятные гипотезы, указаны различные факторы, определяющие изменчивость и популяционно-генетическую структуру исследованных видов.

В завершение работы дано *Заключение*, обобщающее результаты, полученные соискателем. *Выводы* логично сформулированы, достаточно обоснованы экспериментальными данными, соответствуют положениям, выносимым на защиту, отвечают поставленным целям и задачам.

Недостатки по содержанию и оформлению диссертационной работы. Несмотря на общий высокий уровень диссертационной работы можно сделать некоторые замечания.
1) Основное замечание к представленной диссертационной работе касается выбора митохондриального маркера для достижения цели исследования. В отличие от микросателлитных локусов, поисковой работы среди митохондриальных генов, с оценкой их разрешающей способности, предварительно не проводилось. Однако следует признать, что вследствие консервативности данного участка митохондриального генома, этот вид анализа фактически не дал ожидаемых результатов, несмотря на предполагаемое длительное время дивергенции губок. В качестве ремарки можно отметить, что может получиться так, что у губок статистически устойчивые топологии не могут быть получены при анализе отдельных генов или коротких последовательностей мтДНК, вне зависимости от эволюционных моделей и методов построения дендрограмм.

2) Стоит отметить неудачную формулировку, которая неоднократно используется автором: "*Изучение внутри- и межвидовых взаимоотношений губок с помощью молекулярно-генетических маркеров…*". Корректнее было бы говорить об *исследовании внутри- и межвидовой генетической изменчивости*. В связи с этим не совсем понятно широкое использование в тексте определения "*межвидовые взаимоотношения*". Если опираться на описание методов в главе 2, то на основе анализа изменчивости объединенных фрагментов гена *COI* мтДНК "*построили филогенетическое древо методом максимального правдоподобия*". Следовательно, надо подразумевать, что реконструировалась филогения и выяснялись родственные взаимоотношения между исследованными видами. В этом случае можно также обсуждать степень дивергенции по анализируемым маркерам на разных иерархических уровнях внутри исследуемой таксономической группы. Однако оценки дивергенции нуклеотидных последовательностей и генетические дистанции в целом между видами, родами и семействами губок и диссертации не приводятся, что ограничивает возможности для сравнительного анализа.

3) Автор рассматривает все выборки как отдельные популяции, что не вполне верно. В качестве нулевой гипотезы следовало бы предположить, что в озере Байкал виды *L. baikalensis* и *E. muelleri* представлены одной популяцией. Вывод о соответствии или несоответствии нулевой гипотезе может быть сделан на основе полученных результатов.

4) Как правило, при популяционо-генетическом анализе на основе микросателлитных локусов рассчитываются два межпопуляционных индекса F_{ST} и $R_{st.}$ Адаптированный для микросателлитных локусов показатель генетического разнообразия R_{st} (Slatkin, 1995) был разработан для оценки изменчивости при пошаговом мутационном процессе, который не учитывает размер аллелей, а лишь альтернативные состояния. Симуляционный анализ показал, что R_{st} лучше описывает популяционную структуру, когда время коалесценции внутри- и между выборками велико, а скорость мутирования низкая. Учитывая, что F_{ST} показывает низкие абсолютные значения, было бы полезно рассчитать и R_{st}, поскольку эволюционная модель объекта исследования более соответствует условиям эффективной работы этого показателя.

5) Иерархический анализ молекулярной дисперсии (AMOVA; Excoffier et al., 1992) по частотам аллелей микросателлитных локусов можно и нужно проводить при разных вариантах группировки выборок. В диссертации, к сожалению, не представлены полные

результаты анализа AMOVA. Отмечается, что “*согласно результатам AMOVA, 18,91% вариабельности было выявлено между популяциями (P<0,001)*” (раздел 3.3.3.2, с. 72). Но этого недостаточно. Во-первых, не ясно, сколько иерархических уровней было выделено и можно только догадываться, что анализ проводился методом одноуровневой AMOVA (или нет?). Во-вторых, если большая часть изменчивости микросателлитных локусов находиться не внутри выборок, а на индивидуальном (отдельные особи) уровне, то это требует объяснений. Поэтому крайне важно результаты AMOVA представлять в полном виде в таблицах. Можно рекомендовать провести AMOVA для группировок, объединенных (1) по районам вылова; (2) по тестируемым районам котловин озера Байкал.

6) Если виды принадлежат к разным родам, то нужно сразу говорить об идентификации, дифференциации или дивергенции родов, а не видов (раздел 3.3.1).

7) Между последовательностями генома и транскриптома *L. baikalensis*, прочитанных из одного и того же образца, были выявлены различия в 15 из 24 проанализированных микросателлитных локусов, которые автор объясняет ограниченной точностью секвенирования на платформе Illumina. Указанное ограничение, вероятнее всего, негативно не отразилось на представленных диссертантом результатах. Однако интересно узнать, как Алена Сергеевна оценивает точность единственного полного генома *L. baikalensis,* т. е. какова в процентном отношении величина искажения, и какая должна быть коррекция в случае использования данного генома в качестве реперной последовательности.

8) В тексте диссертации присутствуют небольшое число опечаток (например, в нумерации подразделов главы 1; в обозначении межпопуляционного индекса фиксации F_{ST}, который следует приводить с курсивом везде по тексту), и неудачных формулировок (например, “*Таким образом, древо подтверждает…*” (раздел 3.1) или “*…наблюдаемые различия связаны с историей развития озера*” (раздел 3.3.3.2, с. 75)), но их немного. К сожалению, часть важной информации не нашла отражения в тексте диссертации. Не приводятся полные видовые названия всех губок в Таблице 2, представляющие разные роды, что значительно затрудняет анализ Рисунка 4. Не указана длина объединенной последовательности двух фрагментов гена *COI* мтДНК после выравнивания, а также число выявленных гаплотипов мтДНК, нуклеотидный состав, число изменчивых и филогенетически информативных сайтов, соотношение синонимичных и несинонимичных замен, и среднее число нуклеотидных замещений на сайт (*p* – дистанции) (раздел 3.1). И хотя показатели молекулярного разнообразия приводятся в статье (Yakhnenko, Itskovich, 2020a), на которую автор ссылается данном разделе, тем не менее, все полученные результаты следовало обсудить. В этом случае, результаты использования митохондриальных маркеров для анализа внутри- и межвидовой генетической изменчивости губок вызывали бы меньше вопросов.

Заключение. Диссертационная работа *Яхненко А.С.* завершает целостное, многоплановое исследование, вносящее существенный вклад в популяционную и эволюционную генетику пресноводных губок озера Байкал. Высказанные отдельные замечания не имеют принципиального характера, не снижают значимости полученных результатов и высокого научного уровня диссертационной работы. Работа хорошо структурирована, лаконично изложена, тщательно оформлена и проиллюстрирована. Это позволило представить большой экспериментальный материал и подробно обсудить результаты. Научный стиль автора заслуживает самой высокой оценки.

Автореферат написан в соответствии с требованиями ВАК и в полной мере соответствует содержанию диссертационной работы, в достаточной степени отражая ее основные положения, экспериментальные доказательства выявленных закономерностей и выводы. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.5.7. Генетика.

Диссертационная работа *Яхненко Алены Сергеевны* “Сравнительный анализ внутривидовой и межвидовой генетической дифференциации губок Байкала (Porifera: Spongillida)”, соответствует основным квалификационным критериям (пункты 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 (с изменениями)), а ее автор *Яхненко Алена Сергеевна,* **заслуживает** присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. Генетика.

Отзыв подготовлен старшим научным сотрудником лаборатории генетики Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского” ДВО РАН, доктором биологических наук Олейник Аллой Геннадьевной, обсужден и одобрен на расширенном научном семинаре лаборатории генетики (Протокол № 01 от 11 февраля 2025 года).

Олейник Алла Геннадьевна,
Доктор биологических наук (специальность 1.5.7. Генетика),
старший научный сотрудник лаборатории генетики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
“Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского”
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
“Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского”
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ННЦМБ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН)
Почтовый адрес: 690041 г. Владивосток, ул. Пальчевского, д. 17
Тел.: +7 (423) 2310905
E-mail: nscmb@mail.ru
Сайт: http://www.imb.dvo.ru/

подпись Олейник
заверяю: начальник ОДО
Буренина В.Л.