

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный  
исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика  
Н.П. Лаверова Российской академии наук

# АРКТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: ОТ ЭКСТЕНСИВНОГО ОСВОЕНИЯ К КОМПЛЕКСНОМУ РАЗВИТИЮ

Материалы I международной молодежной  
научно-практической конференции  
Архангельск, 26-28 апреля 2018 года

САФУ  
2018

УДК [001+913] (98)(08)  
ББК [72+26.89] (001)я43  
А826

**Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию:** материалы I международной молодежной научно-практической конференции (26-28 апреля 2018). Том 2; Сев. (арктич.) федер. ун-т. – Архангельск: САФУ, 2018. – 471 с.

В сборнике представлены материалы молодых ученых и специалистов, отражающие актуальные проблемы сохранения и развития природно-ресурсного потенциала Арктики, арктических экосистем и охраны окружающей среды и вопросы технологического развития Арктики.

Материалы конференции предназначены для научных работников, преподавателей вузов, аспирантов, студентов и специалистов.

Сборник подготовлен за счёт средств от приносящей доход деятельности (договор с Российским фондом фундаментальных исследований-заявка № 18-310-10007 мол\_г ) и за счет средств от приносящей доход деятельности (Проект 11-2018-02г, конкурс "Молодые ученые Поморья": I Международная молодежная научно-практическая конференция «Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию»).

Материалы изданы в авторской редакции.

ISBN 978-5-261-01305-1

© Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

© ФГБУН ФИЦКИА РАН

## ОГЛАВЛЕНИЕ

2. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АРКТИКИ	13
2.1 МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ	13
Jarna A., Thorsnes T., Baeten N., Elvenes S. AUTOMATIC VERSUS MANUAL MAPPING OF CORAL REEFS AND BIOCLASTIC SEDIMENTS IN MAREANO	14
Murzin I.S. INVESTIGATION OF NANOPARTICLES INTERACTION WITH POROUS MEDIUM AND POTENTIAL USE FOR ENHANCED OIL RECOVERY ON OIL FIELDS OF THE ARCTIC REGION	18
Багрецова Н.В., Золотогоров В.О. ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ МЕТАНА ИЗ ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ	22
Белозеров И.П., Юрьев А.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КЕРНА	26
Вавулинский А.Н., Иконникова Л.Н. ВЫБОР КОНЦЕПЦИИ ОСВОЕНИЯ ДОЛГИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	30
Дорфман М.Б., Бабилов И.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ПОЛИМЕРНО-КИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ (ЭФФЕКТИВНЫХ) РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ПЗП	33
Дорфман М.Б., Наумова А.А. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ИНЗЫРЕЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ	37
Дорфман М.Б., Сентемов А.А. ПОВЫШЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЗАКАЧКИ КОМПЛЕКСНОГО (ПАВ+ПОЛИМЕР) РАСТВОРА НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ	40
Иконникова Л.Н., Бабилов И.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СКО	44
Киселев Г.П., Яковлев Е.Ю., Дружинин С.В., Быков В.М. ПРОЦЕССЫ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ИЗОТОПОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБЛАСТЯХ РАЗВИТИЯ КИМБЕРЛИТОВОГО МАГМАТИЗМА НА СЕВЕРЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	48
Шилыковская В.С. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЯНГАРЕЙСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА КОРОТАИХИНСКОЙ ВПАДИНЫ	52

О.В. Аксёнова<sup>1,2</sup>, А.В. Кондаков<sup>1,2</sup>, Ю.В. Беспалая<sup>1,2</sup>,  
М.В. Винарский<sup>3</sup>, И.Н. Болотов<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>ФГБУН ФИЦКИА РАН, Архангельск  
<sup>2</sup>САФУ имени М.В. Ломоносова, Архангельск  
<sup>3</sup>СПбГУ, Санкт-Петербург  
e-mail: aksyonova.olga@gmail.com

## ПЕРВОЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ОБИТАНИЯ СИБИРСКОГО ВИДА БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА *RADIX DOLGINI* (GUNDRIZER ET STAROBOGATOV, 1979) В ЕВРО- ПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследований пресноводных моллюсков из водоемов Большеземельской тундры. Впервые на северо-востоке Европы зарегистрирован вид брюхоногого моллюска *Radix dolgini*, относящийся к сибирским эндемикам, что подтверждает гипотезу о миграции некоторых видов пресноводных гидробионтов сибирского происхождения в Северную Европу в позднем плиоцене и плейстоцене. Достоверность видового определения подтверждена результатами молекулярно-генетического анализа.

**Ключевые слова:** пресноводные моллюски, Lymnaeidae, зоогеография, молекулярные маркеры, Большеземельская тундра

Некоторые исследователи называют бассейн реки Печора «Сибирь в Европе» [5], т.к. неоднократно отмечалось наличие высокой доли видов сибирского происхождения среди различных таксонов беспозвоночных и позвоночных животных побережья Печорского моря, которые не регистрировались в других регионах Европы. Об этом свидетельствуют результаты исследований различных групп беспозвоночных (почвенные клещи, ногохвостки, пауки, бабочки) и позвоночных животных [1, 5]. Но, несмотря на, казалось бы, довольно полную степень изученности в гидробиологическом плане пресноводных водоемов и водотоков равнин Большеземельской тундры, современные методы молекулярно-генетических исследований, широко применяемые в последние десятилетия в зоологии, в совокупности с классическими методами позволяют взглянуть по-новому на вопросы происхождения фауны этого региона.

Территориально район исследований расположен в Ненецком автономном округе в пределах тундровой зоны в прибрежной части Печорского моря, между островами Колгуев и Вайгач. Сбор образцов моллюсков проводили в июле-августе 2015 года по общепринятым в гидробиологии методикам. Моллюски были собраны в Болванской губе (низовье р. Ячей), в Паханческой губе (район мыса Матюй-Саля) и в Хайпудырской губе (низовье р. Море-Ю) [1]. Все собранные материалы хранятся в Российском музее центров биоразнообразия ФИЦКИА РАН (г. Архангельск).

После проведения морфолого-анатомических исследований, основанных на особенностях морфологии раковины и строения копулятивного аппарата в соответствии с рекомендациями Н.Д. Круглова [2], образцы моллюсков были проанализированы с помощью молекулярно-генетических методов. В качестве молекулярного маркера использовали традиционный в подобных исследованиях фрагмент митохондриального гена *цитохромоксидазы I (COI)*. Из образцов ткани моллюсков, зафиксированных в 96% этаноле, была выделена тотальная ДНК с использованием коммерческого набора реагентов NucleoSpin® Tissue Kit (Machereye Nagel GmbH & Co. KG, Германия). При анализе использовали праймеры и условия амплификации гена *цитохром с-оксидазы I субъединицы (COI)* в соответствии с ранее опубликованной работой [7]. Выравнивание полученных нами и взятых из GenBank нуклеотидных последовательностей гена *COI Radix dolgini* (Таблица 1) было проведено в программе BioEdit v. 7.2.5 [4] с применением алгоритма ClustalW [6]. Филогеографический анализ был выполнен методом построения медианной сети гаплотипов на основе массива из 25 нуклеотидных последовательностей гена *COI* длиной 657 пар нуклеотидов с использованием программы Network v. 4.6.1.3 [3].

Таблица 1. Распространение гаплотипов гена *COI* в различных популяциях *Radix dolgini* в Сибири и на Европейском Севере России

Районы сбора	Количество генетических последовательностей	Гаплотипы и их встречаемость (в скобках указано количество особей)	Источник
Ненецкий автономный округ, р. Море-Ю	4	Нар01 (n = 3); Нар02 (n = 1)	Наши данные
Ямало-Ненецкий автономный округ, р. Таз	2	Нар03 (n = 1); Нар04 (n = 1)	Наши данные
Республика Бурятия, Южный Байкал, р. Абрамиха	8	Нар05 (n = 8)	Наши данные
Республика Бурятия, Северный Байкал, р. Верхняя Ангара	12	Нар03 (n = 3); Нар06 (n = 2); Нар07 (n = 3); Нар08 (n = 2); Нар09 (n = 1); Нар10 (n = 1)	[7]
Алтайский Край, р. Кулунда	1	Нар11 (n = 1)	[7]

Анализ полученной медианной сети гаплотипов (Рисунок 1) показал, что образцы моллюсков, отобранные из р. Море-Ю (НАО) отличаются на одну и три нуклеотидные замены от образцов из ЯНАО, Алтайского края и из республики Бурятия (Северный Байкал).

Незначительное количество генетических замен свидетельствует о принадлежности исследованных образцов к виду *Radix dolgini*, и указывает на последовательное накапливание замен при расширении ареала исследуемых прудовиков. Стоит отметить, что три приобретенные нуклеотидные замены свидетельствуют о достаточно длительной обособленности европейских и сибирских популяций данного вида.

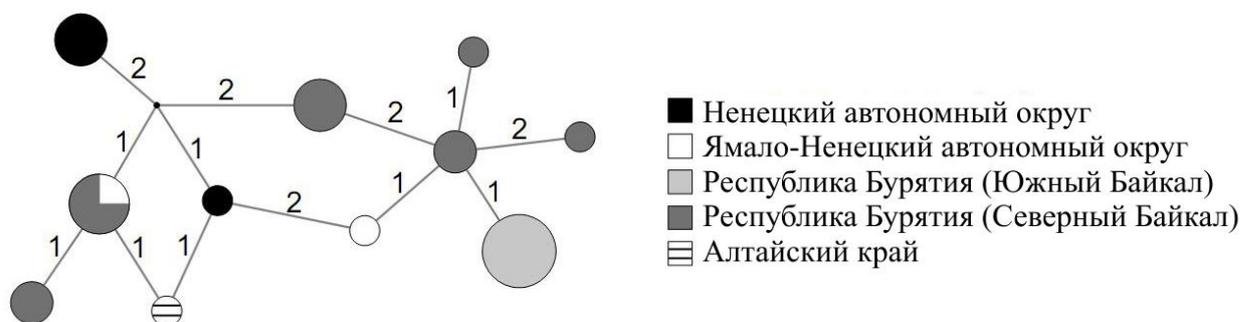


Рисунок 1. Медианная сеть гаплотипов гена *COI Radix dolgini*. Значения у ветвей – количество нуклеотидных замен между гаплотипами. Маленький черный кружок – гипотетический анцестральный гаплотип. Исходные данные представлены в таблице 1.

Вид *R. dolgini* является сибирским эндемиком, широко распространенным в Сибири, и в районе побережья Печорского моря зарегистрирован впервые, хотя ранее было выдвинуто предположение, что этот вид может быть встречен на северо-востоке Европы [7]. Находка данного вида *R. dolgini* в бассейне р. Печора подтверждает гипотезу о том, что некоторые виды пресноводных гидробионтов сибирского происхождения, вероятно, мигрировали в Северную Европу в позднем плиоцене и плейстоцене [7].

Авторы выражают свою искреннюю благодарность коллегам О.Л. Макаровой и М. Бизину за любезно предоставленный материал.

*Исследования выполнены при поддержке программ ФАНО № 0409-2016-0022), Министерства образования и науки РФ (№ 6.2343.2017/4.6), гранта Президента РФ (МД-2394.2017.4) и РФФИ (17-44-290016\_p\_a).*

### Список литературы.

1. Беспалая Ю.В., Аксёнова О.В., Болотов И.Н., Кондаков А.В., Когут Я.Е. Фауна пресноводных моллюсков прибрежных низменностей Печорского моря (Большеземельская тундра, Ненецкий автономный округ) // Фауна Урала и Сибири. 2017. №1. С. 25-32.
2. Круглов Н.Д. Моллюски семейства прудовиков Европы и Северной Азии. – Смоленск: СГПУ, 2005. 507 с.

3. Bandelt H.J., Forster P., Röhl A. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies // *Molecular biology and evolution*. 1999. Vol. 16. No. 1. P. 37–48.
4. Hall T.A. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT // *Nucleic acids symposium series*. London. 1999. Vol. 41. No. 41. P. 95-98.
5. Seebohm H. *Siberia in Europe: A visit to the valley of the Petchora, in north-east Russia; with descriptions of the natural history, migration of birds, etc.* – London, 1880. 311 p.
6. Thompson J.D., Higgins D.G., Gibson T.J. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice // *Nucleic acids research*. 1994. Vol. 22. No. 22. P. 4673-4680.
7. Vinarski M.V., Aksenova O.V., Bespalaya Yu.V., Bolotov I.N., Schniebs K., Gofarov M.Yu., Kondakov A.V. *Radix dolgini*: The integrative taxonomic approach supports the species status of a Siberian endemic snail (Mollusca, Gastropoda, Lymnaeidae) // *Comptes Rendus - Biologies* 2016. 339. P. 24-36. DOI: 10.1016/j.crv.2015.11.002

*O.V. Aksenova*<sup>1,2</sup>, *A.V. Kondakov*<sup>1,2</sup>, *Yu.V. Bespalaya*<sup>1,2</sup>,  
*M.V. Vinarski*<sup>3</sup>, *I.N. Bolotov*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> FCI Arctic RAS, Arkhangelsk

<sup>2</sup> NArFU, Arkhangelsk

<sup>3</sup> SPbU, Saint Petersburg

e-mail: aksyonova.olga@gmail.com

## THE FIRST MOLECULAR GENETIC CONFIRMATION OF THE FINDING OF THE SIBERIAN SPECIES OF THE GASTROPOD *RADIX DOLGINI* (GUNDRIZER ET STAROBOGATOV, 1979) IN THE EUROPEAN PART OF THE RUSSIAN ARCTIC

**Abstract.** The results of studies of freshwater mollusks from the reservoirs of the Bolshzemelskaya Tundra are presented. For the first time the Siberian gastropod *Radix dolgini* is recorded in the northeast of Europe. This finding confirms the hypothesis that the migration of some species of freshwater hydrobionts of Siberian origin to northern Europe in the late Pliocene and Pleistocene. The reliability species determination confirmed by molecular genetic analysis.

**Key words:** freshwater mollusks, Lymnaeidae, zoogeography, molecular markers, Bolshzemelskaya Tundra

*А.М. Бурдин*<sup>1</sup>, *Л.С. Кримова*<sup>2</sup>, *П.В. Чукмасов*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
г. Петропавловск-Камчатский, e-mail: fewr@me.com

<sup>2</sup> Дальневосточный федеральный университет (ДФУ),