

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.088.01  
(Д 002.214.01) НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ОБЩЕЙ  
ГЕНЕТИКИ ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14.03.2024 г. протокол № 9

О присуждении Бондар Евгении Ивановне, гражданке РФ, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Аннотация генома и предсказание сайтов начала транскрипции для лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.)» по специальности 1.5.7. – Генетика принята к защите «12» января 2024 г., протокол № 3, диссертационным советом 24.1.088.01 (Д 002.214.01) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова российской академии наук (ИОГен РАН), 119991, ГСП-1, Москва, ул. Губкина, д. 3, приказ Минобрнауки РФ №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Бондар Евгения Ивановна, 1994 года рождения, в 2018 г. окончила с отличием магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Сибирский федеральный университет по направлению подготовки 06.04.01 – Биология.

Диссертационная работа Бондар Е.И. «Аннотация генома и предсказание сайтов начала транскрипции для лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.)» выполнена на кафедре геномики и биоинформатики ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета. В период подготовки диссертации соискатель Бондар Е.И. обучалась в аспирантуре ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета с 2018 г. С 2019 г. по настоящее время работает в должности инженера-исследователя лаборатории лесной геномики ФГАОУ ВО Сибирского федерального университета, а также в должности младшего научного сотрудника лаборатории геномных исследований и биотехнологии

Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН). Бондар Е.И. сдала кандидатские экзамены в 2019 г. («Иностранный язык (английский)» и «История и философия науки») и в 2023 г. («Генетика»), а также в 2022 г. итоговый государственный экзамен по совокупности учебных дисциплин в ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Справка о сдаче кандидатских экзаменов по английскому языку и по философии науки выдана ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» 2 июня 2023 г. Справка о сдаче кандидатского экзамена по генетике выдана Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук 24 апреля 2023 года.

**Научный руководитель** – Татаринова Татьяна Валерьевна, PhD, доцент кафедры биологии Университета Ла Верна, заведующий кафедрой вычислительной биологии Флетчера Джонса, Ла Верн, США.

**Официальные оппоненты:**

Семериков Владимир Леонидович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией молекулярной экологии растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург.

Райко Михаил Петрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории цитологии одноклеточных организмов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт цитологии Российской академии наук, г. Санкт-Петербург.

Выбор официальных оппонентов определялся их большим опытом в области геномики растений, наличием публикаций в ведущих рецензируемых журналах. Официальные оппоненты дали положительные отзывы. Заданы вопросы, высказаны незначительные замечания и комментарии, в основном, носящие дискуссионный характер. Высказанные замечания не являются

принципиальными и не снижают научной и практической значимости представленных в диссертации результатов.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН), г. Новосибирск, дала положительное заключение, подписанное кандидатом биологических наук, доцентом, заведующим лабораторий эволюционной биоинформатики и теоретической генетики ФГБНУ ИЦиГ СО РАН Афонниковым Д.А. и утвержденное директором ФГБНУ ИЦиГ СО РАН академиком РАН Кочетовым А.В. В заключении указано, что диссертационная работа по своей актуальности, научной новизне, объему и достоверности выполненных исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание степени кандидата наук. Диссертационная работа является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Представленные в работе исследования достоверны, использованные методы и результаты хорошо описаны, обсуждена значимость полученных результатов и их связь с современным представлением о структурах геномов хвойных растений и функциях их генов. Выводы и положения, выносимые на защиту обоснованы. Диссертация не вызывает серьезных замечаний. Ответ на отзыв представлен в стенограмме заседания.

Выбор ведущей организации обусловлен ее фундаментальными и прикладными достижениями в сфере исследования соискателя, а также высоким профессиональным уровнем сотрудников.

**Публикации в научных журналах:**

Соискатель имеет 5 публикаций в рецензируемых научных журналах, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science и

рекомендованных ВАК, а также 14 тезисов докладов, представленных на международных и российских конференциях.

Публикации в рецензируемых научных журналах:

1. **Bondar, E. I.** Annotation of Siberian Larch (*Larix sibirica* Ledeb.) Nuclear Genome – One of the Most Cold-Resistant Tree Species in the Only Deciduous GENUS in Pinaceae / **E. I. Bondar**, S. I. Feranchuk, K. A. Miroshnikova, V. V. Sharov, D. A. Kuzmin, N. V. Oreshkova, K. V. Krutovsky // Plants. – 2022a. – Vol. 11, Iss. 15. – P. 2062.
2. **Bondar, E. I.** Genome-wide prediction of transcription start sites in conifers / **E. I. Bondar**, M. E. Troukhan, K. V. Krutovsky, T. V. Tatarinova // International Journal of Molecular Sciences. – 2022b. – Vol. 23, Iss. 3. – P. 1735.
3. Putintseva, Yu. A. Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) mitochondrial genome assembled using both short and long nucleotide sequence reads is currently the largest known mitogenome / Y. A. Putintseva, **E. I. Bondar**, E. P. Simonov, V. V. Sharov, N. V. Oreshkova, D. A. Kuzmin, Y. M. Konstantinov, V.N. Shmakov, V.I. Belkov, M.G. Sadovsky, O. Keech, K. V. Krutovsky // BMC genomics. – 2020. – Vol. 21, Iss. 1. – P. 1-12.
4. **Bondar, E. I.** Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) chloroplast genome and development of polymorphic chloroplast markers / **E. I. Bondar**, Y. A. Putintseva, N. V. Oreshkova, K. V. Krutovsky // BMC bioinformatics. – 2019. – Vol. 20, Iss. 1. – P. 47-52.
5. Орешкова, Н. В. Разработка ядерных микросателлитных маркеров с длинными (трех-, четырех-, пяти- и шестинуклеотидными) мотивами для трех видов лиственницы на основе полногеномного *de novo* секвенирования лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) / Н. В. Орешкова, **Е. И. Бондар**, Ю. А. Путинцева, В. В. Шаров, Д. А. Кузьмин, К. В. Крутовский // Генетика. – 2019. – Т. 55, № 4. – С. 418-425.

Публикации в сборниках материалов конференций:

1. **Bondar, E. I.** Annotation of Siberian larch reference genome, the only seasonal senescence genus in Pinaceae / **E. I. Bondar**, S. I. Feranchuk, K. A.

- Miroshnikova, V.V. Sharov, D.A. Kuzmin, N. V. Oreshkova, K. V. Krutovsky // Высокопроизводительное секвенирование в геномике : Тезисы III Всероссийской конференции, Новосибирск, 19-24 июня 2022 г. – 2022. – С. 24.
2. **Bondar, E. I.** Annotation of Siberian Larch Genome Draft Assembly / **E.I. Bondar**, S.I. Feranchuk, V.V. Birukhov, D.A. Kuzmin, V.V. Sharov, N.V. Oreshkova, K.V. Krutovsky // Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, And Biotechnology : Abstracts of The 6th International Scientific Conference. – 2021. – P. 40.
  3. **Bondar, E. I.** Genome-wide prediction of transcription start site in four conifer species / **E. I. Bondar**, V. V. Sharov, D. A. Kuzmin, T. V. Tatarinova, K. V. Krutovsky // Bioinformatics of Genome Regulation and Structure/Systems Biology (BGRS/SB-2020). – 2020. – С. 300-301. DOI: 10.18699/BGRS/SB-2020-188/
  4. Putintseva, Yu. A. Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) Mitochondrial genome, the largest currently known mitogenome / Yu.A. Putintseva, **E.I. Bondar**, V.V. Sharov, E.P. Simonov, N.V. Oreshkova, D.A. Kuzmin, Yu.M. Konstantinov, V.N. Shmakov, V.I. Belkov, M.G. Sadovsky, K.V. Krutovsky // Conservation of Forest Genetic Resources: Proceedings of the 6th International Conference. – Kokshetau publishing house «World of Printing», IE «Ustyugova». – 2019. – P. 19.
  5. **Bondar, E. I.** Sequencing and assembly of mitochondrial genomes in three conifer species *Larix sibirica*, *Pinus sibirica* and *Pinus sylvestris* / **E.I. Bondar**, A. Kirichenko, V.V. Sharov, Yu.A. Putintseva, N.V. Oreshkova, S.I. Feranchuk, Yu.M. Konstantinov, V.N. Shmakov, V.I. Belkov, D.A. Kuzmin, M.G. Sadovsky, K.V. Krutovsky. // Systems biology BGRS/SB-2018 : The Eleventh International Conference on bioinformatics of genome regulation and structure. – 2018. – P. 153.
  6. **Бондар, Е. И.** Разработка микросателлитных маркеров лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) на основе полногеномного de novo

- секвенирования / **Е. И. Бондар** // Биология : Материалы 55-й Международной научной студенческой конференции. – 2017. – С. 156.
7. Sadovsky, M.G. *L. sibirica* Ledeb. chloroplast genome yields unusual seven-cluster structure / M.G. Sadovsky, Yu.A. Putintseva, **E.I. Bondar**, K.V. Krutovsky // IWBBIO 2016 : Proceedings Extended abstracts of International work-conference on Bioinformatics and biomedical engineering, Granada (Spain). – 2016. – P. 360.
  8. **Bondar, E. I.** Siberian larch chloroplast genome analysis over triplet frequency distribution / **E.I. Bondar**, Yu.A. Putintseva, K.V. Krutovsky // Systems biology : Abstracts of the tenth international conference on bioinformatics of genome regulation and structure. – 2016. – P. 48.
  9. **Bondar, E. I.** Comparative studying of multicluster structure of chloroplast genomes / **E.I. Bondar**, M.G. Sadovsky, Yu.A. Putintseva, M.Yu. Senashova // Systems Biology and Bioinformatics (SBB-2016) : Abstracts of The eighth international young scientists school. – 2016. – P. 12.
  10. **Bondar, E. I.** Assembly and annotation of Siberian larch chloroplast genome and the search for single nucleotide polymorphisms / **E.I. Bondar** // Systems Biology and Bioinformatics : Abstracts of the 7th International Young Scientists School. – 2015. – С. 13.
  11. **Бондар, Е. И.** Изучение хлоропластного генома лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и разработка полиморфных хлоропластных маркеров / **Е.И. Бондар**, Ю.А. Путинцева, Н.В. Орешкова, К.В. Крутовский // Материалы 4-го международного совещания “Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири”. – 2015 г. – С. 20-21;
  12. **Бондар, Е. И.** Сборка и аннотирование хлоропластного генома лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и поиск маркеров (SNPs) / **Е.И. Бондар** // Проспект Свободный-2015 : Сборник материалов Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 15-25 апреля 2015 г. – 2015. – С. 6-7.

13. **Бондар, Е. И.** Сборка и аннотирование хлоропластного генома лиственницы сибирской / **Е.И. Бондар** // МНСК-2015 (Биология) : Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск. – 2015. – С. 178.
14. **Бондар, Е. И.** Сборка и сравнительный анализ хлоропластных геномов хвойных рода *Larix* / **Е.И. Бондар** // Третья летняя школа по биоинформатике : Сборник тезисов. – 2015. – С. 9.

**На автореферат диссертации отзывы прислали:**

1. ПАДУТОВ Владимир Евгеньевич, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий научно-исследовательским отделом генетики, селекции и биотехнологии Государственного научного учреждения «Институт леса Национальной академии наук Беларуси» и МАРКЕВИЧ Татьяна Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем восстановления, защиты и охраны лесов Государственного научного учреждения «Институт леса Национальной академии наук Беларуси». Отзыв положительный, в качестве замечания отмечают использование не общеупотребимого в русскоязычной литературе видового названия объекта, так как вид *Picea abies* в русскоязычной литературе традиционно называется ель европейская или ель обыкновенная, а не ель норвежская.
2. ВЕТЧИННИКОВА Лидия Васильевна, доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории лесных биотехнологий Института леса – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук» (ИЛ КарНЦ РАН). Отзыв положительный, есть незначительное замечание об отсутствии в автореферате описания критериев и количества деревьев, на основе которых составляли выборку лиственницы для секвенирования генома и тестирования микросателлитных локусов.

3. **БОРОННИКОВА** Светлана Витальевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой ботаники и генетики растений Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ). Отзыв положительный, без замечаний.
4. **ТАРАКАНОВ** Вячеслав Вениаминович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией лесных генетических ресурсов Западно-Сибирского отделения Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ЗСО ИЛ СО РАН – филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН) и **ХОМУТОВА** Ксения Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора филиала по научной работе ЗСО ИЛ СО РАН – филиал ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН. Отзыв положительный, без замечаний.
5. **МУРАТОВА** Елена Николаевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией лесной генетики и селекции Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН) и **СЕДЕЛЬНИКОВА** Тамара Станиславовна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лесной генетики и селекции Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН. Отзыв положительный, есть незначительное замечание о не совсем корректной формулировке защищаемых положений: первое предложение в п. 1 — это



констатация того, что получено автором, а все остальное — это больше подходит для выводов по проведённой работе.

6. ПИМЕНОВ Александр Владимирович, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией фитоценологии и лесного ресурсоведения Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН). Отзыв положительный, без замечаний.
7. ЯНБАЕВ Юлай Аглямович, доктор биологических наук, профессор, заведующий научно-образовательным центром Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет». Отзыв положительный, задается вопрос что подразумевает автор под «уникальностью» вида (с. 1, первый абзац).
8. ЛОГАЧЕВА Мария Дмитриевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель центра молекулярной и клеточной биологии Сколковского института науки и технологии. Отзыв положительный, есть незначительные замечания и вопросы. В качестве недостатка отмечаются некоторые неудачные формулировки, указывается на то, что использование пайплайна MAKER для аннотации, а не более современного BRAKER2 дискуссионно. Предлагается уделить большее внимание обсуждению пластидного и митохондриального геномов (в частности, имеются ли в митохондриальной ДНК вставки из пластома, насколько они вносят вклад в увеличение ее размера).
9. КЛЕПИКОВА Анна Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геномики растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт

проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук. Отзыв положительный, без замечаний.

10. ШИЛКИНА Елена Алексеевна, кандидат биологических наук, заместитель директора Филиала ФБУ «Рослесозащита» – «Центр защиты леса Красноярского края». Отзыв положительный, без замечаний.
11. КУЦЕВ Максим Геннадьевич, кандидат биологических наук, заместитель директора УПБ «Южно-Сибирский ботанический сад» ГОУ ВО «Алтайский государственный университет». Отзыв положительный, есть техническое замечание. Указывается на присутствие опечаток и некорректных ссылок на иллюстрации (в частности стр.16 автореферата).
12. ПОЛЯКОВА Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории популяционной генетики им. Академика Ю.П. Алтухова Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук. Отзыв положительный, без замечаний.
13. ЖУКОВ Владимир Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории генетики растительно-микробных взаимодействий Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ). Отзыв положительный, в качестве замечания указывается, что формулировки выводов излишне расширены.

Ответы на вопросы и замечания в отзывах на автореферат даны в стенограмме заседания.

**Диссертационный совет отмечает**, что соискателем проведена подробная аннотация генов и мобильных элементов генома лиственницы сибирской, была получена комплексная видоспецифичная библиотека повторов, которая может использоваться для поиска мобильных элементов в геномах других голосеменных растений. Были разработаны и протестированы полиморфные

SSR-маркеры для лиственницы сибирской, подходящие также для популяционных исследований лиственниц Гмелина и Каяндера. Для трёх видов семейства Pinaceae были предсказаны сайты начала транскрипции с помощью вычислительных подходов, основанных на методе максимизации ожидания и классификации нейронной сетью; был опробован метод валидации предсказаний *de novo* на основе распределения длин 5'-нетранслируемой области, профиля распределения свободной энергии ДНК дуплексов и позиционного распределения сайтов связывания транскрипционных факторов.

**Теоретическая значимость исследования** обусловлена тем, что черновые сборки и аннотации геномов хвойных являются ценным ресурсом для дальнейших генетических и геномных исследований. В работе продемонстрировано, что существующие аннотации геномов хвойных позволяют выявлять различия между голосеменными и покрытосеменными видами на уровне генома, проявляющиеся в различной представленности генов в функциональных категориях. Идентификация сайтов начала транскрипции и соответствующих промоторных областей является важным ресурсом для экспериментальной проверки и понимания регуляции генов, а также для исследования эволюционных связей между голосеменными и покрытосеменными растениями.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики.** Разработанные в данной работе полиморфные микросателлитные маркеры позволяют оценивать уровень генетического разнообразия и дифференциации популяций лиственницы сибирской. Данные маркеры могут успешно применяться для изучения также лиственниц Гмелина и Каяндера и специально разработаны с учётом их возможного использования также в лабораториях, где отсутствует техническая возможность проведения капиллярного электрофореза. Информация о предсказанных сайтах начала транскрипции может быть использована в генетической селекции и редактировании генома для более точного картирования функциональных

областей генома и локусов количественных признаков (QTL), таких как скорость роста, устойчивость к холоду и засухе, резистентность к патогенам и инвазии. Все данные, полученные в работе, включая файлы аннотации и комплексную библиотеку повторов, доступны публично на платформе figshare (DOI: 10.6084/m9.figshare.19785913). Геномные последовательности, треки с генными моделями, предсказания TSS и данные о покрытии РНК-секвенирования доступны в геномном браузере Persephone (<https://web.persephonesoft.com>).

**Оценка достоверности результатов исследования:** достоверность результатов обеспечена использованием современных биоинформатических и молекулярно-биологических методов при выполнении исследования. Все методы, использованные в работе, подробно описаны в тексте диссертации. Основные результаты представлены в 5 статьях, опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

**Личный вклад соискателя.** Диссертация выполнена и написана автором лично. Все основные результаты были получены лично автором либо при его участии в планировании экспериментов и обработке результатов. Часть работ была выполнена совместно с сотрудниками лаборатории лесной геномики СФУ и сотрудниками лаборатории генетической инженерии растений Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН. Вычисления проводились на вычислительном кластере СФУ совместно с сотрудниками кафедры высокопроизводительных вычислений СФУ. Образцы лиственницы сибирской для тестирования микросателлитных локусов предоставлены сотрудниками отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов Центра защиты леса г. Красноярск.

Диссертация Бондар Евгении Ивановны «Аннотация генома и предсказание сайтов начала транскрипции для лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.)» полностью соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24 сентября 2013 года.

На заседании 14 марта 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Бондар Евгении Ивановне ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 13 докторов наук по специальности 1.5.7. - генетика, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12 человек, против – 1, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

«14» марта 2024 года





Захаров-Гезехус И.А.



Горячева И.И.