

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
биохимии и физиологии
микрорганйзмов

им. Г.К. Скрязина Российской
академии наук,
чл.-корр. РАН, д.б.н., проф.
А. М. Боронин



«26» мая 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрязина Российской академии наук (ИБФМ РАН)

Диссертация Филонова Андрея Евгеньевича «Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата», представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), выполнена в лаборатории биологии плазмид Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрязина Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

В 1980 году Филонов А.Е. окончил санитарно-гигиенический факультет Ростовского Государственного медицинского института по специальности «гигиена, санитария, эпидемиология» с присуждением квалификации «врач-гигиенист, эпидемиолог» и был принят на работу во ВНИИ прикладной микробиологии. В том же году Филонов А.Е. поступил в целевую аспирантуру ИБФМ АН СССР в лабораторию внехромосомной наследственности микроорганизмов, где выполнил и в 1986 году защитил кандидатскую диссертацию по теме: "Стабильность и динамика плазмид RP4 и pBS94 в популяциях *Escherichia coli* и плазмид NPL-1 и NPL-41 в популяциях *Pseudomonas putida* в условиях непрерывного культивирования". Научный руководитель кандидатской диссертации – А. М. Боронин. С 1984 по 1991 гг. Филонов А.Е. работал во ВНИИ прикладной микробиологии в должности

младшего научного сотрудника, научного сотрудника, старшего научного сотрудника. С 1991 года по настоящее время Филонов А.Е. работает в лаборатории биологии плазмид ИБФМ РАН с 1991 года по 1998 в должности научного сотрудника, а с 1998 по настоящее время - в должности старшего научного сотрудника.

Научный консультант – член-корреспондент РАН, профессор, доктор биологических наук, Боронин Александр Михайлович, зав. лабораторией биологии плазмид, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина Российской академии наук.

По результатам рассмотрения диссертации «Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата» принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационной работы Филонова Андрея Евгеньевича обусловлена тем, что особенности биodeградации углеводов и эффективность биоремедиации при низких температурах к настоящему времени мало изучены, а проблема очистки от нефтяных загрязнений до сих пор не решена. Поэтому, особенно актуальны изучение процессов биodeградации и биоремедиации, а также разработка эффективных биопрепаратов и технологий очистки от нефтяных загрязнений в условиях холодного и умеренного климата для развития различных направлений фундаментальной науки и новых технологий.

Диссертационная работа Филонова А.Е. является законченным научным исследованием, научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения: научные основы и концепция выбора штаммов-деструкторов для составления микробных ассоциаций как основы биопрепаратов для биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами; разработана научная идея о возможности использования катаболических плазмид для повышения эффективности биodeградации углеводов нефти, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Изложены научно обоснованные результаты и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в разработку новых биопрепаратов и развитие технологий биоремедиации загрязненных нефтью территорий.

Личный вклад соискателя состоит в формулировании проблемы, постановке целей и задач проведенных исследований, планировании экспериментов, руководстве их выполнением, получении экспериментальных

данных, интерпретации, анализе и обобщении полученных результатов, подготовке научных публикаций по выполненной работе. Под руководством соискателя защищены 7 магистерских и 5 кандидатских диссертаций. Имена соавторов указаны в соответствующих публикациях.

Достоверность результатов исследований, проведенных соискателем, подтверждается применением в работе современных методов исследований, компьютерных программ для обработки данных, результаты получены на сертифицированном оборудовании; показана воспроизводимость результатов исследования. Изученные и охарактеризованные штаммы-нефтедеструкторы *Rhodococcus* sp. X5, *Rhodococcus* sp. S67, *Pseudomonas* sp. 142NF(pNF142), *Pseudomonas putida* BS3701(pBS1141, pBS1142) депонированы во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов, а штаммы *Acinetobacter baumannii* 1B, *Acinetobacter baumannii* 7, *Rhodococcus erythropolis* S26, *Pseudomonas putida* F701 – в коллекцию культур микроорганизмов Научно-исследовательского института Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор» с присвоением регистрационных номеров.

Новизна проведенных исследований заключается в том, что в развитие научной идеи А.М. Боронина о возможности применения плазмид в экологической биотехнологии разработана концепция выбора штаммов-нефтедеструкторов для составления микробных ассоциаций как основы биопрепаратов для биоремедиации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами в условиях умеренного и холодного климата.

Впервые оценен вклад катаболических плазмид в биодеградацию нефти в почве и в жидкой минеральной среде. Выделены и охарактеризованы новые плазмиды биодеградации ПАУ pAP4, pAP5, pAP35, pAP36, pBS3950. Полученные результаты показывают, что штаммы, содержащие конъюгативные плазмиды биодеградации ПАУ интенсифицирует процессы очистки, повышают численность и биодеградативный потенциал микробных популяций нефтезагрязненных сайтов.

Разработан метод мониторинга интродуцированных в почву штаммов-деструкторов родов *Rhodococcus* и *Pseudomonas*. На основании культурально-морфологических признаков, маркеров антибиотикорезистентности и с использованием метода геномных фингерпринтов впервые удалось проследить за судьбой интродуцированных микроорганизмов-деструкторов нефти в открытой окружающей среде и показать их выживаемость и конкурентоспособность.

Исследована структура очищенных препаратов биосурфактантов, продуцируемых бактериями родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus*. Установлено, что выделенные вещества имеют гликолипидную природу. Впервые для бактерий

видов *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas fluorescens* продемонстрировано образование биоПАВ, идентичных рамнолипиду типа В. Показано, что родококки, выращенные на гексадекане, образуют несколько экзоклеточных биосурфактантов, представляющих собой сукциноилтрегалоллипиды.

Показана возможность глубинного периодического культивирования микроорганизмов-нефтедеструкторов родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus* в смешанной культуре с высоким выходом биомассы.

На основании консорциума бактерий родов *Rhodococcus* и *Pseudomonas* разработан и запатентован биопрепарат «МикроБак» для биоремедиации почв с содержанием нефти до 15% в присутствии до 5% соли при рН от 6 до 8 при пониженных и умеренных температурах (4–32°C). Штаммы псевдомонад, входящие в состав биопрепарата содержат плазмиды биодеградации ПАУ.

Создана микробная ассоциация «ВиО» как основа биопрепарата для биоремедиации почвенных и водных экосистем, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, состоящая из штаммов-деструкторов родов *Rhodococcus*, а также *Pseudomonas* и *Acinetobacter*, содержащих катаболические плазмиды. Бактерии этого микробного консорциума способны к деградации углеводов нефти при концентрации до 30% в температурном диапазоне 4–42°C в присутствии до 5% соли при рН от 4 до 10.

Выявлены наиболее устойчивые к нефтезагрязнению растения: газонная трава и ячмень, которые были использованы для создания растительно-микробных ассоциаций.

Практическая значимость полученных результатов обусловлена тем, что для разработки биопрепаратов были выработаны критерии отбора штаммов-нефтедеструкторов. Комбинация всех перечисленных ниже свойств, наиболее важных для эффективной деградации углеводов нефти, не описана ни для одного из известных биопрепаратов:

— способность к деградации высоких концентраций нефти или нефтепродуктов (30%) в широком диапазоне температур (от 4 до 42°C);

— способность к деградации углеводов при различных значениях рН (4–10);

— галотолерантность (до 5% NaCl);

— наличие катаболических плазмид;

— продуцирование эффективных биоПАВ;

— способность к колонизации корней растений;

— совместимость микроорганизмов в составе ассоциации.

Установлено, что при осуществлении контактной сушки биомассы микроорганизмов клетки родококков значительно более устойчивы к повреждающему действию обезвоживания по сравнению с псевдомонадами.

Показано, что консервирующее действие бензоата и глутамата натрия на клетки микроорганизмов родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus* позволяет повысить их выживаемость при хранении.

В условиях лабораторных экспериментов показана более высокая эффективность опытных образцов биопрепаратов «МикроБак» и «ВиО» при очистке почвенных и водных модельных систем от нефти и дизельного топлива в сравнении с коммерческими биопрепаратами ЗАО «Биоойл», одними из наиболее востребованных на рынке РФ.

Преимущество ассоциации «ВиО» также заключалось в увеличении скорости утилизации нефтяных загрязнений. Эффективность опытного образца биопрепарата «ВиО» в полевых испытаниях по очистке грунта от нефти на территории Пограничного месторождения Ямало-Ненецкого автономного округа составила 80% в течение периода с июня по август 2008 г., что превысило показатели, полученные при использовании биопрепаратов ЗАО «Биоойл» (60–70%).

Получены положительные заключения ЗАО «Биоойл» и ООО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» об эффективности деградации нефти ассоциацией «ВиО» в полевых испытаниях. Кроме того, эффективность деградации нефти и нефтепродуктов микробным консорциумом «ВиО» продемонстрирована в лабораторных испытаниях ООО «Газпромнефть-Восток» и ООО «Сибнефть Восток».

На биопрепарат «МикроБак» разработаны и зарегистрированы Технические условия, получены Сертификат соответствия и Экспертное Заключение о соответствии требованиям «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденным решением Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05. 2010 г. гл. II. разд. 15. Таким образом, биопрепарат «Микробак» может применяться на территориях Российской Федерации, Республики Беларусь и Республики Казахстан.

Получены 5 патентов РФ на штамм микроорганизмов, ассоциацию микроорганизмов-нефтедеструкторов, биопрепарат для очистки от нефтяных загрязнений, способ его получения и применения, а так же на способ получения сухой формы биопрепарата и способ активации сухой формы биопрепарата.

Ценность научных работ соискателя состоит в том, что в них изложены научные идеи об использовании психротрофных галотолерантных микроорганизмов-нефтедеструкторов, продуцирующих биоПАВ, для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях низких положительных температур, а также о возможности использования катаболических плазмид для повышения эффективности биodeградации углеводов нефти.

Также представлены данные о физиолого-биохимических и метаболических характеристиках и особенностях наиболее эффективных психротрофных штаммов-деструкторов углеводов нефти, обладающих способностью к деградации высоких концентраций нефти и нефтепродуктов в присутствии соли в широком температурном и рН диапазонах; а также образующих биоэмульгаторы.

Раскрыты особенности и показана возможность глубинного периодического культивирования психротрофных микроорганизмов-нефтедеструкторов родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus* в смешанной культуре с высоким выходом биомассы (с численностью родококков $3,8 \times 10^{10}$ КОЕ/г и псевдомонад – $3,4 \times 10^{10}$ КОЕ/г концентрированной суспензии), что было использовано в технологии получения биопрепарата «МикроБак».

Изучены поверхностно-активные свойства наиболее активных штаммов-нефтедеструкторов, продуцирующих биоПАВ. Исследована структура очищенных препаратов биосурфактантов, продуцируемых бактериями родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus*. Установлено, что выделенные вещества имеют гликолипидную природу. Впервые для бактерий видов *Pseudomonas putida* и *Pseudomonas fluorescens* продемонстрировано образование биоПАВ, идентичных рамнолипиду типа В. Показано, что родококки, выращенные на гексадекане, образуют несколько экзоклеточных биосурфактантов, представляющих собой сукциноилтрегалолипиды.

Диссертационная работа Филонова Андрея Евгеньевича «Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Основные материалы диссертации полностью опубликованы в работах соискателя. По материалам диссертации опубликовано 57 работ, в том числе 43 статьи в рецензируемых научных журналах, 2 обзора и 4 главы в научных книгах, получено 5 патентов РФ на изобретение.

Список основных публикаций автора по теме диссертационной работы:

Экспериментальные статьи в рецензируемых журналах

1. Boronin A.M., Filonov A.E., Gayazov R.R., Kulakova A.N. and Mshensky Y.N. Growth and plasmid-encoded naphthalene catabolism of *Pseudomonas putida* in batch culture // **FEMS Microbiology Letters**. 1993. V. 113. P. 303–308.
2. Грищенко В.Г., Гаязов Р.Р., Токарев В.Г., Кочетков В.В., Филонов А.Е., Боронин А.М. Бактериальные штаммы-деструкторы топочного мазута: характер деградации в лабораторных условиях // **Прикладная биохимия и микробиология**. 1997. Т. 33. № 4. С. 423–427.
3. Filonov A.E., Duetz W.A., Karpov A.V., Gaiazov R.R., Kosheleva I.A., Breure A.M., Filonova I.F., van Andel J.G. and Boronin A.M. Competition of plasmid-bearing *Pseudomonas putida* strains catabolizing naphthalene via various pathways in chemostat culture // **Applied Microbiology and Biotechnology**. 1997. V. 48. N 4. P. 493–498.
4. Filonov A.E., Puntus I.F., Karpov A.V., Gaiazov R.R., Kosheleva I.A. and Boronin A.M. Growth and survival of *Pseudomonas putida* strains degrading naphthalene in soil model systems with different moisture levels // **Process Biochemistry**. 1999. V. 34. P. 303–308.
5. Filonov A.E., Karpov A.V., Kosheleva I.A., Puntus I.F., Balashova N.V., Boronin A.M. The efficiency of salicylate utilization by *Pseudomonas putida* strains catabolizing naphthalene via different biochemical pathways // **Process Biochemistry**. 2000. V. 35. P. 983–987.
6. Filonov A.E., Puntus I.F., Karpov A. V., Kosheleva I.A., Kashparov K.I., Slepkin A.V. and Boronin A.M. Efficiency of naphthalene biodegradation by *Pseudomonas putida* G7 in soil // **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**. 2004. V. 79. P. 562–569.
7. Волкова О.В., Анохина Т.О., Пунтус И.Ф., Кочетков В.В., Филонов А.Е., Боронин А.М. Влияние плазмид биodeградации нафталина на физиологические характеристики ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*. // **Прикладная биохимия и микробиология**. 2005. Т. 41. № 5. С. 525–529.
8. Irina F. Puntus, Valentin G. Sakharovsky, Andrei E. Filonov, Alexander M. Boronin. Surface activity and metabolism of hydrocarbon-degrading microorganisms growing on hexadecane and naphthalene // **Process Biochemistry**. 2005. V. 40. N 8. P. 2643–2648.
9. Филонов А.Е., Ахметов Л.И., Пунтус И.Ф., Есикова Т.З., Гафаров А.Б., Измалкова Т.Ю., Соколов С.Л., Кошелева И.А., Боронин А.М. Конструирование и мониторинг маркированных плазмидосодержащих штаммов-деструкторов нафталина в почве // **Микробиология**. 2005. Т. 74. № 4. С. 526–532.
10. Anokhina T.O., Volkova O.V., Puntus I.F., Filonov A.E., Kochetkov V.V., Boronin A.M. Plant growth-promoting *Pseudomonas* bearing catabolic plasmids: naphthalene degradation and effect on plants // **Process Biochemistry**. 2006. V. 41. N 12. P. 2417–2423.
11. Ахметов Л.И., Иванова Е.С., Пунтус И.Ф., Есикова Т.З., Филонов А.Е., Шкидченко А.Н., Боронин А.М. Горизонтальный перенос плазмиды биodeградации нафталина в процессе микробной деструкции дизельного топлива и нефти в открытом проточном биореакторе // **Биотехнология**. 2006. № 4. С. 79–86.

12. Пырченкова И.А., Гафаров А.Б., Пунтус И.Ф., Филонов А.Е., Боронин А.М. Выбор и характеристика активных психротрофных микроорганизмов-деструкторов нефти // **Прикладная биохимия и микробиология**. 2006. Т. 42. № 3. С. 298–305.
13. Filonov A.E.; Puntus I.F., Karpov A.V., Kosheleva I.A., Akhmetov L.I., Yonge D., Petersen J., Boronin A.M. Assessment of naphthalene biodegradation efficiency provided by microorganisms of genera *Pseudomonas* and *Burkholderia* in soil model systems // **Journal of Chemical Technology and Biotechnology**. 2006. V. 81. N. 2. P. 216–224.
14. А.А. Ветрова, И.А. Нечаева, А.А. Игнатова, И.Ф. Пунтус, М.У. Аринбасаров, А. Е. Филонов, А. М. Боронин. Влияние катаболических плазмид на физиологические параметры бактерий рода *Pseudomonas* и эффективность биодеструкции нефти // **Микробиология**. 2007. Т. 76. № 3. С. 354–360.
15. Филонов А.Е., Нечаева И.А., Гафаров А.Б., Аринбасаров М.У., Пунтус И.Ф., Суни С., Романчук М., Боронин А.М. Биодegradация нефти психротрофными микроорганизмами-деструкторами и её адсорбция растительным сорбентом в жидкой минеральной среде // **Биотехнология**. 2007. № 2. С. 31–39.
16. А.Е. Филонов, К.В. Петриков, Т.В. Якшина, И.Ф. Пунтус, Е.П. Власова, И.А. Нечаева, В.А. Самойленко. Режимы раздельного и совместного культивирования микроорганизмов-деструкторов нефти родов *Pseudomonas* и *Rhodococcus* // **Биотехнология**. 2008. № 6. С. 80–85.
17. Л.И. Ахметов, А.Е. Филонов, И.Ф. Пунтус, И.А. Кошелева, И.А. Нечаева, Д. Йонге, Дж. Петерсен, А.М. Боронин. Горизонтальный перенос катаболических плазмид в процессе биодegradации нафталина в модельной почве. // **Микробиология**, 2008, Т. 77, №1, с. 29–39.
18. И.А. Нечаева, А.Е. Филонов, Л.И. Ахметов, И.Ф. Пунтус, А.М. Боронин. Стимуляция микробной деструкции нефти в почве путём внесения бактериальной ассоциации и минерального удобрения в лабораторных и полевых условиях // **Биотехнология**. 2009. № 1. С. 64–70.
19. А.Е. Филонов, Л.И. Ахметов, И.Ф. Пунтус, Т.З. Есикова, А.Б. Гафаров, И.А. Кошелева, А.М. Боронин. Горизонтальный перенос катаболических плазмид и биодegradация нафталина в открытой почве // **Микробиология**. 2010. Т. 79. № 2. С. 206–212.
20. K. Petrikov, Ya. Delegan, A. Surin, O. Ponamoreva, I. Puntus, A. Filonov, A. Boronin. Glycolipids of *Pseudomonas* and *Rhodococcus* oil-degrading bacteria used in bioremediation preparations: Formation and structure // **Process Biochemistry** – 2013 – 48 – P. 931–935.
21. Иванова А.А., Ветрова А.А., Филонов А.Е., Боронин А.М. Биодegradация нефти микробно-растительными ассоциациями. **Прикладная биохимия и микробиология**. 2015. Т. 51. № 2. С. 191. -197.

Обзоры и главы в научных книгах

22. А.М. Boronin, А.Е. Filonov, I.A. Kosheleva, А.N. Shkidchenko, А.В. Gafarov, S.L. Sokolov, I.F. Puntus, V.G. Grishchenkov, V.V. Dmitriev, M.U. Arinbasarov. Bioremediation of Land Oil Spills: Diversity of Microorganisms Degrading Oil Hydrocarbons.

In: **Oil and Hydrocarbon Spills III: Modeling, Analysis and Control** / Ed. by C.A. Brebbia. Boston: WIT Press, Southampton, Boston, UK, 2002. P. 169–177.

23. Boronin A.M., Filonov A.E., Kosheleva I.A., Shkidchenko A.N., Puntus I.F. and Arinbasarov M.U. Microorganisms for Bioremediation of Oil Contaminated Sites. In: Proceedings of the First International Congress on **Petroleum Contaminated Soils, Sediments and Water: Analysis, Assessment and Remediation**. Volume I, Ed. by P. Kostecky, M. Behbehani, C. Langlois, Amherst Scientific Publishers, Amherst, Massachusetts, USA, 2004, pp. 35-43.

24. A. Filonov, A. Ovchinnikova, A. Vetrova, I. Nechaeva, K. Petrikov, E. Vlasova, L. Akhmetov, I. Puntus, A. Shestopalov, V. Zabelin, A. Boronin. Oil-Spill Bioremediation, Using a Commercial Biopreparation “MicroBak” and a Consortium of Plasmid-Bearing Strains “V&O” with Associated Plants. In: **Introduction to Enhanced Oil Recovery (EOR) Processes and Bioremediation of Oil-Contaminated Sites** / Ed. by Dr. Laura Romero-Zerón. Rijeka: InTech, 2012. P.291–318.

25. Ахметов Л.И., Пунтус И.Ф., Филонов А.Е., Боронин А.М. Воздушные выбросы при нефтедобыче и нефтепереработке и перспективы применения биотехнологических способов их обезвреживания. **Нефтехимия и нефтепереработка**. 2014. №2. С. 39-45.

Патенты на изобретения

26. Филонов А.Е., Кошелева И.А., Шкидченко А.Н., Пырченкова И.А., Пунтус И.Ф., Гафаров А.Б., Боронин А.М. Ассоциация штаммов бактерий, продуцирующих биоэмульгаторы, для деградации нефти и нефтепродуктов в почвах, пресной и морской воде. Патент Российской Федерации №2312891. Приоритет изобретения 10.03.2006. Оpubл. 20.12.2007. Бюл. № 35.

27. Филонов А.Е., Кошелева И.А., Пунтус И.А., Ахметов Л.И., Боронин А.М. Штамм бактерий *Pseudomonas putida*, продуцирующий поверхностно-активные вещества, для деградации полициклических ароматических углеводородов и углеводородов нефти. Патент Российской Федерации № 2344170. Приоритет 10.03.2006. Оpubл. 20.01.2009. Бюл. № 2.

28. Филонов А.Е., Кошелева И.А., Самойленко В.А., Шкидченко А.Н., Нечаева И.А., Пунтус И.Ф., Гафаров А.Б., Якшина Т.В., Боронин А.М., Петриков К.В. Биопрепарат для очистки почв от загрязнений нефтью и нефтепродуктами, способ его получения и применения. Патент Российской Федерации №2378060. Приоритет изобретения 05.07.2007. Оpubл. 10.01.2010. Бюл. № 1.

29. Петриков К.В., Овчинникова А.А., Ветрова А.А., Понаморева О.Н., Филонов А.Е., Пунтус И.Ф., Самойленко В.А., Якшина Т.В., Боронин А.М. Способ получения сухой формы биопрепарата для очистки территорий от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. Патент Российской Федерации № 2434059. Приоритет 27.05.2010. Оpubл. 20.11.2011. Бюл. № 32.

30. Филонов А.Е., Ветрова А.А., Иванова А.А., Петриков К.В., Пунтус И.Ф., Боронин А.М. Способ активации сухой формы биопрепарата для очистки

нефтезагрязненных грунтов. Патент Российской Федерации № 2538404. Приоритет 09.08.2013. Оpubл. 10.01.2015. Бюл. № 1.

Диссертация **Филонова. Андрея Евгеньевича** «Микробные биопрепараты для очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений в условиях умеренного и холодного климата» рассмотрена на заседании совместного семинара лабораторий биологии плазмид, микробной энзимологии и физиологии микроорганизмов ИБФМ РАН 27 апреля 2016 года и рекомендована к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Заключение принято на заседании Ученого Совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук, «25» мая 2016 г., протокол № 4.

Зав. лабораторией микробной энзимологии,
зам. директора Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института биохимии и физиологии микроорганизмов
им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук,
д.б.н.

Леонтьевский
Алексей Аркадьевич

