

## **Заключение диссертационного совета**

Д.002.040.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН)  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета Д.002.040.01 от 12.10.2017 № \_\_\_\_\_

О присуждении **Фомину Юрию Владимировичу** (гражданину РФ) ученой степени  
кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Нелинейные эффекты волновой интрузии морских вод в береговые подземные горизонты приливного моря**» по специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия принята к защите 29.06.2017 г.(протокол № 1/2017) диссертационным советом Д.002.040.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук (119333, Москва, ул. Губкина, дом 3, в соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ № 105/нк от 11.04.2012 г. диссертационный совет Д.002.040.01 признан соответствующим Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук).

Соискатель **Фомин Юрий Владимирович** 1988 года рождения, в 2011 году соискатель окончил факультет аэрофизики и космических исследований Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по специальности «прикладные математика и физика», работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Лаборатории морских течений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институте океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук

**Научный руководитель:** доктор физико-математических наук (специальность 11.00.08), профессор Жмур Владимир Владимирович, заведующий лабораторией морских течений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук.

### **Официальные оппоненты:**

1. Троицкая Юлия Игоревна, Россия, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.03), Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН), заведующая отделом нелинейных геофизических процессов;
2. Исаева Анна Вячеславовна, Россия, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18), доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра физики Земли.

Официальные оппоненты дали **положительные отзывы на диссертацию**, заключили, что диссертация Фомина Ю.В. представляет собой законченное теоретическое исследование нелинейных эффектов фильтрации морских вод в береговые подземные

горизонты приливного моря. Работа содержит новое решение актуальной задачи гидрологии суши, связанной с изучением влияния приливных колебаний на интрузию морской воды в водоносные пласти.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, а её автор Фомин Ю.В. заслуживает присвоения ему научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт водных проблем Севера Российской академии наук» (ИВПС КарНЦ РАН)

Ведущая организация в своем **положительном отзыве**, составленном главным научным сотрудником ИВПС КарНЦ РАН (Советник РАН), чл.-корр. РАН, д.г.н. Н.Н. Филатовым, утвержденным директором ИВПС КарНЦ РАН, д.г.н. Субетто Д.А. заключила, что работа Фомина Ю.В., является законченным научно-квалификационным исследованием, в котором содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития гидрологии. По объему исследований, научной новизне, научной и практической значимости диссертационная работа Фомина Ю.В. полностью соответствует всем требованиям п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор **Фомин Юрий Владимирович** достоин присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их высокой научной квалификацией и большим авторитетом в той области знаний, к которой предметно относится рассматриваемая диссертационная работа.

**Соискатель имеет 10 опубликованных работ**, из них по теме диссертации опубликовано 6 научных работ, в том числе 2 статьи в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 4 тезисов докладов. Так же у автора 2 статьи в рецензируемых журналах из списка ВАК, которые не относятся к теме диссертации и 1 тезисы докладов.

#### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

Статьи, опубликованные в журналах из перечня ВАК:

1. Жмур В.В. Марченко А.В. Фомин Ю.В. Нестационарная фильтрация морских вод в водоносные слои прибрежной зоны моря // Водные ресурсы. 2017. Т. 44 № 1. С. 19-27.
2. Фомин Ю.В. Природа пампинг-эффекта в прибрежной зоне // Труды гидрометеорологического научного-исследовательского центра Российской Федерации. 2016. Вып. 361. С. 203 - 231.

Другие публикации:

1. Жмур В.В., Марченко А.В. Фомин Ю.В. Фильтрация морской воды в прибрежную зону моря // Труды 57-й научной конференции МФТИ с международным участием, посвященной 120 - летию со дня рождения П.Л. Капицы. Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе». 24 - 29 ноября 2014. Москва, Долгопрудный, Жуковский, МФТИ.
2. Фомин Ю.В. О некоторых факторах влияния на формирование уровня грунтовых вод в прибрежной зоне моря // Труды 58-й научной конференции МФТИ. Аэрофизика и космические исследования - М.: МФТИ. 2015. 257 С. ISBN 978-5-7417-0583-4.

3. Фомин Ю.В. Эффект накачки в прибрежной зоне моря и некоторые его свойства // Труды 59-й научной конференции МФТИ. Аэрофизика и космические исследования - М.: МФТИ. 2016. 266 С. ISBN 978-5-7417-0611-4.
4. Zhmur V.V. Marchenko A.V. Fomin Y.V. Unsteady marine water intrusion into aquifer layers of the sea coast // Perseus training coastal waters and 3-rd International seminar. «Dynamics of the coastal zone in the non-tidal seas». Materials of the school-seminar. 30 june - 4 july 2014. Gelendzhik, Russia.

На автореферат поступило **три отзыва без замечаний**, которые предоставили:

1. Костиков В.К., к.ф.-м.н., научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук.
2. Лапина Л.Э., к.т.н., научный сотрудник лаборатории теоретической и вычислительной физики, Физико-математический институт Федерального государственного бюджетного учреждения науки Коми научного центра Уральского отделения Российской Академии Наук;
3. Чубаренко И.П., д.ф.-м.н., заведующая лабораторией физики моря, Атлантическое отделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук;

**семь отзывов с замечаниями**, которые предоставили:

1. Гриценко В.А., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой океана, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта.
  1. К сожалению, в тексте (автореферата) отсутствуют описания лабораторного и натурного экспериментов хотя бы на кратком, аннотационном уровне;
  2. В тексте присутствуют также досадные опечатки и стилистические несогласованности;
  3. Не выглядит убедительным формулировка предметов защиты и традиционных защищаемых положений.
2. Завьялов И.Н., к.ф.-м.н., научный сотрудник, кафедра прикладной механики, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Московский физико-технический институт (государственный университет).
  1. Отсутствие достаточного количества экспериментальных наблюдений, на рисунке 5 автореферата, представлены результаты только двух наблюдений, причем для разного экспериментального условия;
  2. Плохо оформленные изображения в автореферате, а именно подписи осей на графиках не читаемы, на рисунке 4 изображено четыре кривых одинаковым цветом из-за чего они сливаются и т.д.;
  3. Нет прямого измерения пористости и проницаемости модельного материала грунта, вместо этого использованы корреляционные соотношения, хотя такое прямое измерение не является трудоемким.

3. Кошель К.В., д.ф.-м.н., старший научный сотрудник, заведующий лабораторией геофизической гидродинамики, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихookeанский океанологический институт им. В.И. Ильчева Дальневосточного отделения Российской академии наук.

1. В автореферате не указано, каким образом получено стационарное решение (6).

2. В автореферате не приведены преобразования. Тем не менее, создается впечатление, что уравнение (4) содержит зависящий от времени коэффициент. Соответственно, задача выделения стационарной части решения становится нетривиальной, но эта проблема никак не обсуждается в автореферате. То же самое относится и к волновой части решения (7). В автореферате совершенно не обсуждается, как получено это решение.
4. Лапшин В.Б., д.ф.-м.н., профессор, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Федорова.
1. Данные натурных наблюдений не использовались для измерения подъёма среднего уровня воды в водоносном горизонте, а потому не могут в полной мере использоваться для доказательства существования профильной составляющей эффекта накачки в природе;
  2. Лабораторное исследование требует большего количества экспериментальных данных для различных типов профиля берега.
5. Леонтьев Н.Е., к.ф.-м.н., доцент, кафедра гидромеханики, механико-математического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.
1. В лабораторных экспериментах, описанных в работе, было получено увеличение уровня за счет эффекта накачки порядка долей миллиметра (вертикальная шкала на рисунке 5 в автореферате). Такая величина повышения уровня меньше размеров единичных зерен (около 3.7 мм), поэтому говорить об экспериментальном подтверждении существования пампинг-эффекта нужно с большой осторожностью, так как в таких масштабах перестает быть применимым самый подход механики сплошной среды, использовавшийся в работе.
  2. Ряд величин в тексте реферата приводится без пояснения, что заставляет обращаться к публикациям автора.
  3. В тексте автореферата имеется ряд опечаток (например, на странице 9 в строке 2 сверху стоит лишний союз «и», на той же странице опечатка в слове «источников», на странице 10 опечатки в словах «подвижной» и «двигается» и т.д.). Кроме этого, в тексте имеется ряд пунктуационных ошибок.
6. Резник Г.М., д.ф.-м.н., руководитель лаборатории геофизической гидродинамики, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук.
1. В автореферате приводится математическая модель, которая описывает поведение свободной поверхности грунтовой воды прибрежной зоны в случае ограниченного водоносного слоя, но в результате приведена только стационарная часть решения, с чем это связано?
  2. Возникают ли секулярные слагаемые в процессе решения задачи и каким образом они воздействуют на итоговое решение?
  3. На стр. 7 в предпоследнем из защищаемых положений приводится параметр  $L$ , который никак не объясняется;
  4. То же относится к решению (6), содержащему параметры  $m_{1, \dots}$ , смысл которых не объясняется.
7. Турунтаев С.Б., д.ф.-м.н., профессор, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук.

1. В качестве одного из методов оценки коэффициента проницаемости была использована теория фиктивных грунтов Козени-Кармана. Данная методика является идеализации представления о пористой среде и дает результаты, существенно отличающиеся от реальных;
2. На рисунке 5 автореферата представлены результаты лабораторного эксперимента. На графике представлены всего 3 точки, которые соответствуют измерениям. Такое количество измерений, быть может, достаточно для качественного подтверждения, но недостаточно для объективного результата.

Во всех отзывах отмечено, что приведенные замечания не влияют на общее благоприятное впечатление от всей работы и положительную оценку рассматриваемой докторской работы в целом. Все сформулированные задачи успешно решены, а автор – Фомин Ю.В., заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

**В дискуссии приняли участие:** доктор экономических наук, заведующий лабораторией управления водными ресурсами, директор ИВП РАН Виктор Иванович Данилов-Данильян; доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией гидродинамики ИВП РАН Валерий Николаевич Зырянов; доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией гидрологического цикла суши ИВП РАН Лев Самуилович Кучмент; доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией гидрогеологических проблем охраны окружающей среды ИВП РАН Роальд Гамидович Джамалов; доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрологии геологического факультета МГУ им. Ломоносова Сергей Павлович Поздняков; доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории аэрокосмических методов мониторинга нефтегазоносных областей криолитозоны, ИПНГ РАН Вульфсон Александр Наумович.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Развита гидродинамическая теория нелинейных колебаний уровня грунтовых вод в изотропной проницаемой береговой среде с заданными фильтрационными свойствами и произвольным профилем берегового склона в пренебрежении капиллярностью. На основе развитого подхода установлено, что к подъёму среднего уровня грунтовой воды в изотропной среде прибрежной зоны приливного моря в пренебрежении капиллярностью приводят два фактора: нелинейность процесса фильтрации и профиль береговой зоны;
2. Оценены волновые фильтрационные характеристики реальных грунтов по данным экспериментального полигона на побережье о. Шпицберген;
3. Выявлены основные факторы в процессе нелинейной волновой интрузии вод и оценены их вклад в подъём среднего уровня грунтовой воды в водоносном горизонте прибрежной зоны приливного моря. Установлено, что пампинг-эффект в общем случае наклонного берега (нелинейная волновая накачка уровня грунтовых вод) складывается из базового и профильного пампинг-эффектов. Уменьшение угла уклона берега приводит к увеличению относительного вклада профильного пампинг-эффекта в общую накачку уровня. Увеличение частоты колебания уровня моря также ведет к увеличению относительного вклада профильного пампинг-эффекта. Волновые колебания уровня грунтовых вод практически затухают на расстоянии четырех длин волн, поэтому для случая ограниченного водоносного слоя при его протяженности более  $4L$  применима модель с бесконечным водоносным слоем;

4. Проведено лабораторное моделирование процесса волновой интрузии вод с целью экспериментальной проверки полученных в теории гидродинамических эффектов. Лабораторным моделированием экспериментально подтверждено существование пампинг-эффекта в динамике грунтовых вод. Кроме того, подтвержден основной результат развитой в диссертации теории – наличие профильного пампинг-эффекта.

**Теоретическая значимость** исследования **обоснована** тем, что в диссертации развита гидродинамическая теория нелинейной волновой динамики свободной поверхности грунтовой воды в прибрежной зоне приливного моря. Получены новые теоретические результаты, которые подтверждены лабораторными экспериментами. Рассмотрены два основных случая: бесконечного и конечного горизонтальных размеров водоносного горизонта. Показано, что имеют место два фактора, которые влияют на подъём среднего уровня грунтовой воды - первым фактором является нелинейность процесса фильтрации морской воды в водоносный слой и разгрузки обратно (данное явление описано в научной литературе)-«нелинейный эффект», вторым фактором оказывается береговой профиль - «профильный эффект», который также может приводить к подъему среднего уровня грунтовой воды. Этот фактор является новым и впервые описывается в данной работе.

В работе приводятся экспериментальные данные измерений порового давления с исследовательского полигона на о. Шпицберген (Норвегия). Исходя из этих данных, приводится методика оценки и значения оценок для фильтрационных необходимых фильтрационных свойств грунта. Кроме того, для исследовательского полигона приводится значение ширины водоносного горизонта, начиная с которой можно использовать описанную в работе модель для бесконечного водоносного слоя.

Результаты математической модели, на которой строится работа, проверены в лабораторном эксперименте. Показано существование эффекта накачки и, в частности, существование профильного эффекта накачки.

#### **Практическое значение работы:**

В настоящий момент существующие математические модели описывают отклик уровня грунтовой воды прибрежной зоны на приливные воздействия либо для вертикального отвесного берега, либо для наклонного плоского берега.

В диссертации предлагается модель, которая применима для анализа поведения уровня грунтовой воды для произвольного профиля берега, что существенно расширяет область её применения.

Помимо ограниченного водоносного слоя в работе продемонстрировано исследование эффекта подъема среднего уровня для ограниченного слоя, что соответствует случаю, когда непроницаемые породы на некотором удалении от берега выходят на поверхность.

Полученные результаты могут быть использованы на практике для оценки величины поднятия среднего уровня грунтовой воды.

#### **Личный вклад автора:**

Автор работы участвовал в постановке натурного эксперимента, который проводился в университете на Сvalбарде (Unis, Норвегия) на экспериментальном полигоне на о. Шпицберген (Норвегия) в рамках международного проекта SMIDA 2012-2015 (*Safety of Maritime operation and sustainable Industrial Development in the Arctic*). Принимал участие в лабораторном эксперименте по моделированию эффекта накачки, который проводился в лаборатории гидродинамики ИВП РАН. При выполнении диссертации непосредственно участвовал в развитии теории, осуществлял обработку полученных экспериментальных данных (натурных и лабораторных), разработал методику оценки фильтрационных параметров среды, написал программный код в среде Matlab, который позволяет визуализировать полученные результаты, выполнял необходимые вычисления в

среде Mathematica и принимал активное участие в обсуждении и интерпретации результатов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, а также концептуальностью и взаимосвязью выводов. Диссертационный совет пришёл к выводу, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

На заседании 12 октября 2017 г. диссертационный совет Д.002.040.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН) принял решение, что по объёму исследований, научной новизне, научной и практической значимости диссертационная работа **«Нелинейные эффекты волновой интрузии морских вод в береговые подземные горизонты приливного моря»** полностью соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, присудить **Фомину Юрию Владимировичу** ученую степень **кандидата физико-математических наук** по специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человека (из них 14 докторов наук по специальности 25.00.36 и 9 докторов наук по специальности 25.00.27), участвовавших в заседании, из 31 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за – 23,

против – 0,

недействительных бюллетеней – 0.

Председатель Диссертационного совета  
д.э.н., чл.-корр. РАН

В.И. Данилов-Данильян

Ученый секретарь Диссертационного совета  
д.г.-м.н., профессор

Р.Г. Джамалов

«12» октября 2017 г.

