

Заключение диссертационного совета 24.1.040.01 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 24.1.040.01 от 22.12.2022 №11/2022

О присуждении **Федоровой Татьяне Александровне** (гражданке РФ) ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «**Численное моделирование спрямления речных излучин**» по специальности 1.6.16 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия **принята к защите 16.09.2022г.** (протокол № 8/2022) диссертационным советом 24.1.040.01 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 24.1.040.01 признан соответствующим Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук). Состав совета утвержден приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 1359/нк от 15 декабря 2021 года.

Соискатель **Федорова Татьяна Александровна** 1986 года рождения, в 2008 году **окончила** кафедру гидрологии суши Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «гидрология». С 2009 года **работала** в ЗАО «Центр практической геоэкологии «О плюс К» в должности инженера. В 2015 году **поступила** в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук, а с 2016 года **работает** в ИВП РАН в должности инженера.

Диссертация выполнена в Лаборатории численного гидродинамического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор технических наук (специальность 05.23.16), Беликов Виталий Васильевич, главный научный сотрудник, заведующий Лабораторией численного гидродинамического моделирования Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Чалов Сергей Романович – доктор географических наук по специальности 25.00.27, доцент кафедры гидрологии суши географического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

2. Журавлев Михаил Валентинович – кандидат технических наук по специальности 05.22.17, доцент, профессор кафедры водных путей и водных изысканий Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ, г. Москва) в своем **положительном заключении**, составленном заведующим кафедрой гидравлики и гидротехнического строительства, доктором технических наук, профессором Д.В. Козловым и доцентом той же кафедры, кандидатом технических наук Н.Т. Джумагуловой, утвержденном проректором НИУ МГСУ, доктором технических наук, доцентом А.Р. Тусниным, указал, что диссертация Федоровой Татьяны Александровны является законченной научно-квалификационной работой, в которой решены задачи совершенствования методов прогноза русловых деформаций рек численным гидродинамическим моделированием. Актуальность темы исследований не вызывает сомнения, а полученные результаты являются значимыми и применимыми в практической деятельности соответствующих структур и организаций гидролого-водохозяйственного профиля.

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 по теме диссертации, в том числе 6 статей в научных журналах и изданиях, которые входят базы данных *Web of Science* и *Scopus* и 2 в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК; 2 работы опубликовано в материалах международных конференций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В рецензируемых журналах:

1. **Федорова, Т.А.** Моделирование прорыва излучины при свободном меандрировании / **Т.А. Федорова**, А.М. Алабян, В.В. Беликов // *ГеоРиск*. – 2021. – Том XV, № 1. – С. 28-42. DOI: 10.25296/1997-8669-2021-15-1-28-42.
2. **Федорова, Т.А.** Численное моделирование через гребень плотины треугольного профиля / **Т.А. Федорова**, Е.С. Васильева, В.В. Беликов. // *Гидротехническое строительство*. – 2020. – №4. – С. 30-33. [Fedorova, T.A. Numerical simulation of triangular dam overflow / **Т.А. Fedorova**, E.S. Vasil'eva, V.V. Belikov // *Power Technol. Engineering* – 2020. –Vol. 54. - P. 354–357. [DOI: <https://doi.org/10.1007/s10749-020-01215-w>]].
3. Belikov, V.V. On the Effect of the Froude Number and Hydromorphometric Parameters on Sediment Transport in Rivers / V.V. Belikov, N.M. Borisova, **Т.А. Fedorova**, O.A. Petrovskaya, V.M Katolikov. // *Water Resources*. – 2019. – Vol. 46. Suppl. 1. – P. S20–S28. – [DOI: 10.1134/S0097807819070029].
4. Vasil'eva E.S. Numerical modeling of the behavior of a destructive rain flood on a mountain river. / E.S. Vasil'eva, P.A. Belyakova, **Т.А. Fedorova**, V.V. Belikov // *Water Resources*. – 2019. – Vol.46(1). – P. 43–55. [DOI: 10.1134/S0097807819070169]
5. Беликов, В.В. Применение ям-ловушек для уменьшения заиления водохранилищ ГЭС на горных реках. / В.В. Беликов, А.И. Алексюк, Н.М. Борисова, **Т.А. Федорова** //

Гидротехническое строительство. – 2019. – №6. – С. 12–24. [Belikov V.V. Using of accumulation basins to reduce silting of reservoirs of hydroelectric power plants located on mountain rivers. / V.V. Belikov, A.I. Aleksyuk, N.M. Borisova, **T.A. Fedorova**. // Power Technol. Engineering – Vol. 53(4). - 2019. – P. 429-439 [DOI: 10.1007/s10749-019-01095-9]]

6. Alabyan, A. Retrospective simulation of an extreme flood on the Oka river at the city of Ryazan and impact assessment of urban and transport infrastructure / A. Alabyan, V. Belikov, I. Krylenko, E. Fingert, **T. Fedorova**. // Water Resources. –2018. – Vol. 45. № 1. – P. 1–10. [DOI: 10.1134/S0097807818050263]
7. Aleksyuk, A.I. Numerical modeling of non-uniform sediment transport in river channels. / A.I. Aleksyuk, V.V. Belikov, N.M. Borisova, **T.A. Fedorova**. // Water Resources. – 2018. – Vol. 45, no S1. – P. 11–17. [DOI: 10.1134/S0097807818050275]
8. Лебедева, С.В. Наводнения в устье Северной Двины и их моделирование. / С.В. Лебедева, А.М. Алабян, И.Н. Крыленко, **Т.А. Федорова** // Геориск. – 2015. - № 1 - С. 18–25.

На автореферат поступило три **отзыва без замечаний**:

1. Анахаев К.Н. (д.т.н., профессор кафедры эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова)
2. Демидов В.В. (д.б.н, доцент кафедры Водных путей и Водных изысканий ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»).
3. Унанян К.Л. (к.г.н., начальник лаборатории геоэкологических исследований и экологического мониторинга, корпоративного научно-технического центра экологической безопасности и энергоэффективности ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

На автореферат поступило **пять отзывов с замечаниями и пожеланиями**, которые предоставили:

1. Зиновьев А.Т. (д.т.н., заведующий лабораторией гидрологии и геоинформатики ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН) и Марускин К.В. (научный сотрудник лаборатории гидрологии и геоинформатики ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН). Замечания и вопросы к работе:

- Применялась ли при моделировании спрямлений излучин реки Урал процедура адаптации коэффициентов шероховатости русла и поймы в ходе процесса развития? Если нет, то почему? Заметим, что в таком случае возникает противоречие с третьим защищаемым положением работы;
- Вероятно, определенное влияние на результаты моделирования оказывает конструкция расчетной сетки. В работе участки поймы по пути вероятного спрямления излучин покрывались «русловыми» (прямоугольными) элементами. Однако не всегда возможно идентифицировать эти пути. Как поведет себя модель, если пойма покрыта однородными треугольными элементами?
- Занимаясь моделированием процесса спрямления излучин (развитием прорана), автор мало внимания уделяет тем морфодинамическим процессам, которые происходят на нижележащих участках реки, как в ходе, так и после спрямления. Подчеркнем, что это и не являлось основной задачей работы. Однако было бы весьма интересно оценить возможности программного комплекса в этом плане.

2. Католиков В.М. (к.т.н, доцент, ведущий научный сотрудник и заведующий отделом русловых процессов Государственного гидрологического института). Замечания к работе:

- Из автореферата не совсем ясно, каким образом в процессе моделирования значения коэффициентов шероховатости вдоль трассы спрямления излучины уменьшались по мере срыва растительного покрова поймы до 0.05-0.08»? И каким образом произошло «увеличение шероховатости зарастающих участков старого русла до 0.03»? Ведь эти коэффициенты шероховатости существенно влияют на перераспределение течений по пойме реки и если предлагаемая технология предусматривает «ручное» субъективное управление значениями коэффициентов шероховатости в процессе расчета, то это снижает достоверность получаемых в конечном счете результатов моделирования гидравлики потока.
- В автореферате нет ни одного слова от том что при гидродинамическом моделировании всех указанных процессов на модель через ее верхний створ поступали донные руслоформирующие наносы. Не те наносы, которые формируются в пределах модели в результате «диффузии дна», а транзитные руслоформирующие наносы, которые определяют интенсивность развития всех внутрирусловых средних форм: пляжей и побочней, и, следовательно, интенсивность плановых деформаций излучин. При отсутствии «подачи» донных наносов через верхний расчетный створ наш моделируемый участок оказывается в пределах участка дефицита руслоформирующих наносов, что-то вроде нижнего бьефа плотин, для которых характерно общее вертикальное врезание русла на участках большой протяженности.

3. Коробов В.Б. (д.г.н, ведущий научный сотрудник Лаборатории исследований и моделирования геоэкологических процессов Северо-Западного отделения Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН). Замечания к работе:

- Из автореферата неясно, испытывает ли исследуемый участок Пёзы воздействие приливных колебаний уровня Белого моря, оказывающих заметное влияние на все природные процессы, которые в устье Мезени превышают 9 м и доходят до места впадения Пёзы в Мезень.

4. Лепихин А.П. (д.г.н., профессор, заведующий лабораторией проблем гидрологии суши ГИ УрО РАН). Замечания к работе:

- В представленном обзоре современных программных продуктов, используемых для описания русловых процессов, недостаточно корректно указана специфика для наиболее известных из них;
- вызывает сомнение эффективность модуля распараллеливания при решении задач с весьма ограниченным количеством расчетных ячеек
- не представлен краткий обзор результатов расчетов при использовании обычного персонального компьютера и с графическим ускорителе GPU;

5. Сенчуков Г.А. (заместитель директора по науке в области водных проблем Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»). Замечания к работе:

- Как известно, методика – это некий готовый алгоритм для проведения каких-либо нацеленных действий. В автореферате описаны общие подходы к разработке гидродинамической модели (исходные данные, граничные условия, калибровка) и поэтому не совсем понятно, в чем заключается методика автора;

- Одной из задач данной работы заявлялось исследование чувствительности численного решения к размеру ячеек расчетной сетки, оценка оптимального соотношения размера ячеек сетки и геометрического размера моделируемого водного объекта. Но в данном случае в автореферате такие критерии отсутствуют. Приведены только размерности двух сеток по объектам, для которых выполнялось моделирование.

6. Чалов Р.С. (д.г.н., профессор кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ). Замечания к работе:

- Кажется несколько «смазанным» анализ применения численной модели к прогнозированию спрямления речных излучин.

Все отзывы положительные, в отзывах с замечаниями указано, что указанные замечания не снижают научно-квалификационного уровня и научной значимости работы.

В дискуссии приняли участие:

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИВП РАН Елена Николаевна Долгополова; научный сотрудник ИО РАН Николай Александрович Демиденко; доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ИВП РАН, Елена Ивановна Дебольская; кандидат географических наук, старший научный сотрудник НИЛ эрозии почв и русловых процессов географического факультета МГУ Леонид Анатольевич Турыкин; кандидат географических наук, старший научный сотрудник Всеволод Михайлович Морейдо; доктор экономических наук, чл.-корр. РАН, научный руководитель института Виктор Иванович Данилов-Данильян.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

Реализована концепция комплексного использования метода численного моделирования в совокупности с полевыми исследованиями и анализом данных дистанционного зондирования применительно к задаче о прорыве излучин меандрирующего русла. Разработанная технология и практические приемы применения программного комплекса STREAM 2D CUDA позволяет решать прикладные задачи, связанные с моделированием неблагоприятных и опасных русловых процессов.

Продемонстрирована способность программного комплекса STREAM 2D CUDA (разработанного в ИВП РАН) реалистично воспроизводить сложные русловые деформации. Это подтверждает принципиальную возможность прямого численного моделирования развития излучин равнинных рек на основе двумерных физико-математических моделей.

Промоделированы основные процессы и механизмы прорыва излучины – образование спрямляющей протоки, ее расширение и углубление, блокирование побочным и заиливание старого русла.

Предложенная технология представляется **перспективным направлением** при разработке прогнозов опасных неблагоприятных явлений, связанных с русловыми деформациями.

Практическая значимость работы заключается в демонстрации возможности применения модели для решения задач в инженерном масштабе времени, что в перспективе позволит решать разнообразные задачи, связанные как с установлением причин и

последовательности нежелательного развития речного русла в прошлом, так и с прогнозом дальнейших его деформаций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила **обоснованность и корректность** положений и выводов представленной диссертационной работы. Исследование базировалось на фундаментальных законах гидродинамики, были использованы реальные натурные и экспериментальные данные о гидравлических параметрах речного потока, морфологии, морфометрии и строении речного русла на моделируемых участках. Для калибровки и верификации моделей и их отдельных блоков использовались данные лабораторных экспериментов и геоизображений, а также гидрологические данные, находящиеся в свободном доступе.

Личный вклад автора. Разработка численных моделей объектов исследования с использованием программного комплекса STREAM 2D CUDA – подготовка исходных данных, разработка сценариев, выполнение расчетов, анализ результатов. Планирование, организация и выполнение полевых исследований на реке Пёза, направленных на получение исходных данных для моделирования прорыва излучины в районе Быченского сельского поселения в Мезенском районе Архангельской области.

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 пришел 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 22 декабря 2022 г. диссертационный совет 24.1.040.01 при ИВП РАН принял решение присудить Федоровой Татьяне Александровне ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.6.16 — Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 23 человека (из них 18 докторов наук по специальности 1.6.16 и 5 докторов наук по специальности 1.6.21), участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, воздержались – 0.

Председатель Диссертационного совета

д.э.н., чл.-корр. РАН



В.И. Данилов-Данильян

Ученый секретарь Диссертационного совета

д.ф.-м.н.

М.А. Соколовский

«22» декабря 2022 г.