

## УТВЕРЖДАЮ

Директор по научной деятельности  
АО «Всероссийский научно-  
исследовательский институт гидротехники  
имени Б.Е. Веденеева», доктор технических наук



В.Б. Штильман

## ОТЗЫВ

ведущей организации - Акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева»  
на диссертационную работу Петровской Ольги Андреевны  
«Оптимизация методов расчета расхода донных наносов с учетом гидравлических параметров рек», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» в диссертационный совет Д.002.040.01 на базе ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук»

Представляемая диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, списка основных условных обозначений, списка литературы, включающего 148 наименований, 4 приложения и содержит 252 страницы печатного текста (95 страниц – приложения), 57 таблиц и 60 рисунков. К диссертации прилагается автореферат на 27 страницах.

Во введении раскрываются актуальность темы и степень её разработанности, ставится цель диссертационной работы и формулируются задачи исследования, обосновываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приводятся методы исследования.

**Первая глава** посвящена обзору состояния проблемы транспорта наносов в реках. Рассматривается современное состояние проблемы расчёта расхода донных наносов. Обосновываются различия в характере транспорта донных наносов в равнинных и горно-предгорных реках. Приводятся существующие методы разграничения наносов на влекомые, сальтирующие и взвешенные. Отмечаются трудности, связанные с учетом гранулометрического состава донных отложений. Рассматриваются основные подходы к расчёту условий начала движения частиц несвязанного грунта, слагающего дно водотоков. Анализируются основные способы измерения расхода донных наносов. Классифицируются методы расчета расхода

донных наносов, среди которых выделяются две основные группы: учитывающие в явном виде характеристики донных гряд и не учитывающие. Анализируются работы, посвященные методам расчета параметров гряд и расхода донных наносов.

**Во второй главе** приводится предлагаемая автором гидравлическая классификация рек применительно к задаче расчета расхода донных наносов. Реки разделяются на две основные группы: равнинные и горно-предгорные. В равнинных реках выделены крупные с числом Фруда менее 0,2 и реки с числом Фруда от 0,2 до 0,5. Горно-предгорные реки разделены по форме транспорта донных наносов: с грядовой и с бесструктурной формой.

Описываются данные измерений, лежащие в основе исследования, обосновываются их выбор и достоверность. Для апробации методов расчета для условий равнинных рек автором выбраны измерения, полученные методом повторного продольного эхолотирования. Этот выбор автор аргументирует низкой точностью измерений с помощью батометров различных типов и отсутствием измерений объемным методом. Для апробации методов расчета расхода донных наносов горно-предгорных рек выбраны данные лабораторных экспериментов, полученные на гидравлических размываемых моделях. Такой выбор аргументирован автором отсутствием достаточного количества измерений расхода донных наносов в горных реках в многогодный период, когда происходит активный транспорт донных наносов, и возможностью моделирования таких потоков с соблюдением основных критериев подобия для наносов большой крупности.

**В главе третьей,** посвященной расчетам расхода донных наносов при грядовом движении в равнинных реках, путём аппроксимации натуральных и лабораторных данных получена эмпирическая формула для высоты гряд в крупных равнинных реках при значении числа Фруда менее 0,2. На основе выбранных данных измерений производится проверка формул для высоты гряд, скорости гряд, расхода донных наносов, учитывающих характеристики гряд в явном виде и не учитывающих. Приводятся значения погрешностей расчета по формулам относительно данных измерений, и даются рекомендации по расчету рассматриваемой величины. На основе проведенных расчетов делается вывод, что формулы расхода донных наносов, учитывающие в явном виде характеристики гряд для равнинных рек, более эффективны, чем прочие методы расчёта.

**Четвертая глава** посвящена расчётам расхода донных наносов в горно-предгорных реках. В первом разделе рассматривается движение донных наносов в

виде гряд. Путём аппроксимации данных измерений получена формула для высоты гряд, и предложена формула для расхода донных наносов на основе формулы З.Д.Капалиани и Б.Ф.Снищенко (1978) для скорости перемещения гряд. Выполнено сопоставление данных экспериментальных исследований для грядового режима движения донных наносов горно-предгорных рек с результатами расчетов по различным формулам. Лучшее согласование с результатами экспериментальных данных показали методы, основанные на учёте характеристик гряд. Во втором разделе формулы расхода донных наносов проверяются для условий бесструктурного движения донных наносов. Установлено, что для начальных стадий проведения экспериментов, когда нет развитого транспорта донных наносов, погрешность всех рассмотренных формул была высокой. Для развитых стадий транспорта донных наносов в условиях их бесструктурного движения выявлены формулы, дающие удовлетворительное согласование расчетных и экспериментальных данных. Установлено, что в случаях неоднородного грунта выбор характеристики гранулометрического состава может существенно влиять на результаты расчёта по формулам, основанным на использовании касательного напряжения.

В пятой главе, для условий перемещения донных наносов в форме гряд в равнинных реках, используя рекомендации третьей главы, информацию гидрологических ежегодников и однократные гидрометрические измерения, получены локальные зависимости для расхода донных наносов в 7 створах гидрологической сети.

В заключении приведены основные результаты и выводы произведенного исследования.

#### **Актуальность темы исследования**

Расчеты русловых деформаций, в которых расход донных наносов является важнейшей величиной, необходимы для решения многих водохозяйственных вопросов, связанных со строительством и эксплуатацией гидротехнических сооружений, поэтому ошибки в расчётах этой величины могут стать причиной существенных экономических, экологических и социальных потерь. Поэтому проведение широкого анализа имеющегося в настоящее время опыта расчетов расхода донных наносов представляется актуальным и практическая востребованность диссертационной работы сомнений не вызывает.

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Цель диссертационной работы, сформулированная как научно обоснованная оптимизация методов расчёта расхода донных наносов на основе учёта гидравлических особенностей водотоков, поставлена корректно и согласуется с названием, задачами выполненного исследования, его структурой и результатами.

Цель диссертации реализована выполнением следующих задач:

- проанализированы существующие методы измерения расхода донных наносов в полевых и лабораторных условиях и выбраны наиболее надёжные данные измерений;
- разработана классификация собранных данных по гидравлическим признакам применительно к задаче расчёта расхода донных наносов и составлена электронная базы данных, послужившая основой для дальнейшего исследования;
- выполнены анализ и систематизация существующих методов расчета расхода донных наносов с учетом условий их применения;
- выполнена апробация расчётных методик на основе данных достоверных измерений, классифицированных по гидравлическим признакам;
- разработаны рекомендации по расчёту расхода донных наносов для каждой из выделенных гидравлических групп водотоков.

Основное содержание диссертации отражено в 19 научных работах, опубликованных автором, из которых 2 – в рецензируемых журналах ВАК РФ. Анализ содержания опубликованных работ показывает, что в них достаточно полно отражено основное содержание выполненного исследования. В своих публикациях автор раскрывает и подтверждает обоснованность научных положений диссертации.

## **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Анализ сформулированных в диссертационной работе научных положений и результатов работы показывает, что они получены на основе широкой базы достоверных данных измерений и широкой базы проверяемых методов расчёта с использованием общепринятых гидравлических и статистических расчётов.

Научные положения диссертации О.А.Петровской: гидравлическая классификация рек применительно к задаче расчёта расхода донных наносов, научно обоснованные рекомендации по расчёту расхода донных наносов для равнинных и

горно-предгорных рек с учетом их гидравлических особенностей, новые эмпирические формулы для расчёта высоты донных гряд и расхода донных наносов, результаты уточнения технологии расчета расхода донных наносов, локальные зависимости расхода донных наносов для рек Севера и Северо-Запада в створах Гидрометслужбы обладают научной новизной и являются обоснованным и достоверным научным результатом.

Выводы и рекомендации соискателя можно определить как соответствующие содержанию выполненных исследований и достоверные научные результаты.

### **Практическая значимость диссертационного исследования**

Практическая значимость работы заключается в том, что разработаны научно-обоснованные рекомендации по расчёту расхода донных наносов в равнинных и горно-предгорных реках, учитывающие их гидравлические особенности. Данные рекомендации могут быть использованы в расчетах русловых деформаций. Соискателем созданы базы данных достоверных измерений расхода донных наносов (свидетельства о государственной регистрации №№ 2017620992, 2017620878, 2017620958), которые могут быть использованы для верификации методов расчёта расхода донных наносов. Созданы базы методов расчета расхода донных наносов (свидетельства о государственной регистрации №№ 2018621415, 2018621406).

Результаты, полученные в рамках рассматриваемой диссертации, были использованы при выполнении ряда научных работ ФГБУ «Государственный гидрологический институт» для конкретных рек РФ:

- «Разработка мероприятий по стабилизации нового канализированного русла р. Мзымта в районе медиа-деревни (пос. Эсто-Садок) на основе лабораторных исследований гидравлических условий прохождения паводков 1%-ной обеспеченности» (2012 г.);
- «Формирование заторов льда в узле слияния рек Сухона-Юг-Малая Северная Двина с целью регулирования процессов заторообразования и разработки противопаводковых мероприятий у г. Великий Устюг» (2014 г.);
- «Исследование водного режима и русловых процессов рек Тосна и Луга, разработка научно обоснованных рекомендаций и мероприятий по снижению вредного воздействия вод и противопаводковой защите» (2014 г.) – номер государственного учета НИОКТР 114120240049;
- «Исследование водного режима и русловых процессов реки Шелонь, разработка научно обоснованных рекомендаций и мероприятий по снижению вредного

воздействия вод и противопаводковой защите» (2014 г.) – номер государственного учета НИОКТР 114120240048.

Факты использования результатов диссертационной работы соискатель подтверждает соответствующими свидетельства о государственной регистрации и отчетами ФГБУ «ГГИ» по выполнению соответствующих научных и практических работ.

**Соответствие диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»**

Научная новизна и полученные результаты соискателем Петровской О.А. в её диссертационной работе соответствуют паспорту специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. В диссертации содержится решение задачи повышения достоверности инженерных расчётов расхода донных наносов и русловых деформаций, имеющей важное практическое значение. Результатом решения данной задачи являются научно-обоснованные рекомендации по расчётам расхода донных наносов в реках при различных гидравлических условиях. Полученные соискателем результаты могут служить основой для усовершенствования математических моделей русловых деформаций.

Практическая значимость выполненной работы подтверждается фактами использования результатов диссертации, что автор подтверждает соответствующими научными отчетами.

Диссертация обладает внутренним единством, изложена грамотным техническим языком, все главы логически выстроены и системно взаимосвязаны, дают полное представление о предмете и результатах научного исследования.

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые, научно обоснованные выводы и рекомендации, имеющие существенное значение для расчётов русловых деформаций в равнинных и горно-предгорных реках.

Автором диссертации выполнен обзор и анализ состояния вопросов, решаемых в диссертации. Предложенные автором решения согласуются и не противоречат известным данным других исследований.

#### **Замечание по диссертационной работе**

По рецензируемой диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

- 1) Необходимо указать количественные значения критериев, по которым реки подразделяются на равнинные, предгорные и горные, поскольку для каждого из

этих случаев автором предлагаются свои формулы для расчёта расхода донных наносов.

- 2) Необходимо указать области применимости полученных результатов (по значениям характерных параметров и критериев).
- 3) При определении параметра Шильдса использовался уклон, что справедливо только для равномерного движения.
- 4) При задании критического параметра Шильдса необходимо учитывать его зависимость от числа Рейнольдса  $Re_*$  или от безразмерного диаметра частиц  $D_*$ , а не считать значение критического параметра Шильдса постоянным.
- 5) Требуется пояснить выбор в диссертации формулы для неразмывающей скорости по В.Н.Гончарову, в то время как в большинстве Российских нормативных документов используется формула Ц.Е.Мирцхулавы.
- 6) Требуется пояснить выбор критерия для рекомендации к практическому применению формул расчета характеристик гряд и расчета расхода донных наносов. Почему для определения высоты гряд был выбран уровень погрешности 50%, а для определения скорости перемещения гряд и расхода донных наносов – 60%?

### **Заключение**

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи – повышения достоверности инженерных расчётов расхода донных наносов и русловых деформаций. Разработаны гидравлическая классификация рек применительно к расчетам расхода донных наносов и рекомендации по расчетам расхода донных наносов в реках при различных гидравлических условиях, получены новые эмпирические формулы.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы и соответствуют содержанию работы. Диссертация основана на достаточном объеме аналитической информации и репрезентативных экспериментальных данных. Диссертация написана грамотно, логически структурирована и аккуратно оформлена. Автореферат достаточно полно раскрывает основные положения диссертации.

Таким образом, диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые решения задач, имеющих существенное значение для развития теории руслоформирования. Работа

соответствует критериям, установленным в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Петровская Ольга Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Отзыв на диссертацию Петровской О.А. «Оптимизация методов расчета расхода донных наносов с учетом гидравлических параметров рек» рассмотрен и одобрен на совместном заседании отдела №340 «Гидравлика, гидроледотермика и использование водохранилищ» и секции Ученого совета «Гидравлика гидротехнических и энергетических сооружений» АО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева», 6 февраля 2019 г., протокол №1. Присутствовало на заседании: 20 человек из 29 человек. Проголосовали: «за» – 20, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Начальник отдела №340  
«Гидравлика, гидроледотермика  
и использование водохранилищ»,  
кандидат технических наук

В.А. Прокофьев  
11.02.2019

Главный научный сотрудник  
лаборатории №341 «Гидравлика сооружений,  
русел и акваторий», доктор  
физико-математических наук, профессор

В.И. Климович  
11.02.2019

Старший научный сотрудник  
лаборатории №341 «Гидравлика сооружений,  
русел и акваторий», кандидат  
технических наук

О.А. Петров  
11.02.2019

Личную подпись  
удостоверяю: Начальник  
отдела управления персоналом

В.А.



В.И. Климовича, О.А. Петрова

Е.Ю. Вишневская

11.02.2019



### **Сведения о ведущей организации**

Акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева» (АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева»). 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, телефон: +7 (812) 535-54-45, факс: +7 (812) 535-67-20 <http://www.vniig.rushydro.ru>, e-mail: [vniig@vniig.ru](mailto:vniig@vniig.ru).

### **Сведения о лицах, подписавших отзыв**

Прокофьев Владимир Анатольевич – Начальник отдела №340 «Гидравлика, гидроледотермика и использование водохранилищ», кандидат технических наук по специальности 05.23.16 – Гидравлика и инженерная гидрология. Раб. тел. +7(812) 493-93-54, e-mail: [ProkofyevVA@vniig.ru](mailto:ProkofyevVA@vniig.ru). Адрес: 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, каб.329.

Климович Виталий Иванович – Главный научный сотрудник лаборатории №341 «Гидравлика сооружений, русел и акваторий», доктор физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, профессор по кафедре гидромашиностроения. Раб. тел. +7(812) 493-93-53, e-mail: [KlimovichVI@vniig.ru](mailto:KlimovichVI@vniig.ru). Адрес: 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, каб. 143(2).

Петров Олег Александрович – Старший научный сотрудник лаборатории №341 «Гидравлика сооружений, русел и акваторий», кандидат технических наук по специальности 05.23.16 – Гидравлика и инженерная гидрология. Раб. тел. +7(812) 493-94-14, e-mail: [PetrovOA@vniig.ru](mailto:PetrovOA@vniig.ru). Адрес: 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21, каб.142.