

Отзыв

официального оппонента, доктора географических наук **Калинина Виталия Германовича** на диссертацию **Шмаковой Марины Валентиновны** «Методология решения геоэкологических задач, связанных с оценкой твердого стока водных объектов», представленной на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Диссертация М.В. Шмаковой состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем работы 313 страниц, включает 71 рисунок и 32 таблицы. Библиографический список насчитывает 293 работы, из них 87 иностранных авторов.

Актуальность исследования. Для охраны и рационального водохозяйственного использования водных объектов крайне важно своевременно выполнять оценку и прогноз последствий неблагоприятных внешних воздействий на природные системы. Одной из наиболее важных проблем естественных и искусственных водоемов является негативное влияние их заиления на функционирование водных экосистем. Решение этой проблемы возможно путем организации научно обоснованного мониторинга за показателями качества воды с отбором проб на взвешенные вещества. Существующая же сеть наблюдений за гидрологическим режимом и показателями качества воды не может в полной мере обеспечить достоверный анализ состояния и функционирования водных экосистем. Поэтому в настоящее время наиболее востребованы расчеты и математическое моделирование интенсивности заиления водохранилищ, пространственно-временного распределения мутности в водной толще, динамики переформирования дна водного объекта.

В связи с этим, диссертационное исследование М.В. Шмаковой, направленное на создание методологии решения актуальных геоэкологических задач, связанных с оценкой твердого стока водных объектов, которая представлена универсальной физически обоснованной системой детерминированных и стохастических методов и моделей, определяющих и дополняющих друг друга, является особенно актуальным.

Достоверность полученных результатов подтверждается, прежде всего, использованием большого количества современных методов исследований, непротиворечивостью полученных результатов имеющимся данным наблюдений за

твердым стоком и мутностью воды, развитием на их базе знаний, лежащих в рамках современных представлений о процессах перераспределения наносов в водном объекте.

По содержанию диссертация выстроена вполне последовательно и логично. Определив **во введении** объект и предмет исследований, цель и задачи, защищаемые положения и научную новизну предлагаемых методов решения, **в первой главе** М.В. Шмакова рассматривает понятие стока наносов, мутности воды водных объектов и их основные источники – почвенную эрозию, русловые процессы, переработку берегов водохранилищ, гидродинамические процессы, происходящие в водных объектах, хозяйственную деятельность на водосборе и в пределах водного объекта.

В этой же главе М.В. Шмакова определяет группу водохозяйственных и геоэкологических задач, для решения которых определение количественных характеристик твердого стока и мутности воды наиболее актуальны. Автор обосновывает необходимость развития расчетных методов для оценки текущих и прогнозных характеристик твердого стока водных объектов, выделяя комплексные детерминировано-стохастические моделирующие системы, включающие в себя модели процессов формирования жидкого и твердого стока на водосборе, как наиболее перспективные. Такой подход является новаторским и, безусловно, заслуживает внимания.

Вторая глава посвящена расчетам твердого стока водных объектов при решении геоэкологических и водохозяйственных задач.

Здесь рассматриваются причины, этапы и методы расчетов заиления водохранилищ. Автор доказывает, что объективная оценка динамики подводного рельефа водохранилищ должна быть основана на гидродинамических уравнениях взвесенесущих водных масс и учитывать основные факторы, определяющие этот процесс. В этой же главе, анализируя статистическое распределение мутности, М.В. Шмакова делает вывод о необходимости использования комплексного подхода к оценке показателей качества воды посредством детерминированных и стохастических алгоритмов расчета с аргументами, наблюдаемыми регулярно и продолжительно.

В выводах к главе 2 автор справедливо отмечает, что редкие и нерегулярные наблюдения за расходом наносов и мутностью воды могут быть генетически неоднородными – наблюдения в условиях естественного фона дополняются значениями, измеренными на момент техногенных влияний или аномальных погодных условий, что приводит к недостоверным статистическим оценкам.

Третья глава посвящена описанию методов расчета твердого стока водных объектов. Автором выполнен детальный обзор и анализ формул общего расхода наносов, расхода взвешенных и влекомых наносов, дается вывод аналитической формулы речного потока и ее апробация для рек с разной формой движения наносов. В результате делает вывод о том, что приведенные результаты расчетов демонстрируют незаконченность теоретических исследований в изучении транспортирующей способности естественных водотоков. Далее М.В. Шмакова представляет стохастическую модель, предназначенную для решения задач, связанных с количественной оценкой годового твердого стока при отсутствии данных наблюдений за расходами наносов. Модель основана на композиционном методе теории вероятности и аналитической формуле расхода наносов.

Заслуживают внимания проведенные исследования возможности применения детерминировано-стохастических методов в оценке стока наносов в водном объекте в виде моделирующей системы «погода – водосбор – сток – наносы» на основе стохастической модели погоды, модели формирования стока, модели годового твердого стока и модели гидродинамики и транспорта наносов в водоеме. Результатами моделирования являются параметры распределения расхода воды, твердого стока, а также схемы распространения мутности в акватории водоема, как в современных условиях, так и в случае реализации заданных сценариев климатических изменений.

В четвертой главе приведены результаты решения задач распределения мутности воды, расхода наносов и переформирования дна в водоемах.

На основе моделирования пространственно-временных закономерностей распространения твердого вещества в акватории водохранилища Сестрорецкого Разлива с использованием 2D модели гидродинамики и транспорта наносов в водоеме выполнены расчеты переформирования дна водохранилища. Обобщая результаты моделирования для различных внутригодовых фаз водности (летняя

межень, подъем и спад половодья), автор делает вывод о том, что интенсивность намыва дна речными наносами в северной части акватории составляет около 3-4 мм/год.

Для прогнозных оценок годового твердого стока притоков и интенсивности заиления водохранилища Сестрорецкий Разлив использовалась детерминированно-стохастическая моделирующая система, разработанная автором. К сожалению, нет анализа расхождений при сравнении измеренных и рассчитанных значений среднемесячных расходов воды и годовых слоев стока (рис. 4.12, на стр. 223), кроме слов об их «удовлетворительном соответствии».

М.В. Шмаковой также проведено моделирование распространения наносов в озере Неро Ярославской области и выполнена оценка эффективности двух проектных решений для экологического оздоровления озера Неро: первое предполагало расчистку дна озера в черте г. Ростов и выемку донного грунта на глубину 0,5 м. Второе направлено на увеличение транзитной способности продольного участка акватории от устья реки Сары до истока реки Вексы. Автор убедительно доказывает, что практические реализации этих решений будут способствовать образованию застойных зон.

В разделе 4.3 приведено описание результатов моделирования переформирования дна и пространственного распространения мутности воды в Куйбышевском водохранилище, выполненного на основе совместного решения системы гидродинамических уравнений «мелкой воды» и интегрированной в нее аналитической формулы расхода наносов.

Анализ поля максимальной мутности воды для акватории Куйбышевского водохранилища показал соответствие наибольших значений мутности (более 300 г/м³) области наименьших глубин в северной части водохранилища. Наименьшие значения мутности (100-200 г/м³) характерны для глубоководных южной, центральной и приплотинной частей водохранилища.

В пятой главе рассматриваются геоэкологические задачи, связанные с оценкой мутности воды и транспорта наносов в водотоках (на примере рек Невы и Нарвы).

Для р. Невы на основе модели движения воды и твердого вещества выполнен анализ распространения загрязняющих примесей от точечных источников в русле.

Автором убедительно доказано, что с увеличением расхода воды увеличивается зона распространения примеси по ширине р. Невы за счет возрастания коэффициента диффузии, в то время как у левого берега максимальные значения содержания примеси снижаются. Наибольшие концентрации примеси имеют место при минимальных расходах воды.

Для условий р. Нарвы М.В. Шмаковой выполнено динамико-стохастическое моделирование мутности воды при климатическом сценарии ЕСНАМ А2. В результате получен важный вывод, что изменение климата приведет к уменьшению стока и увеличению мутности воды в расчетном створе на 79%, что может быть использовано при планировании водопользования.

В **Заключении** приведены основные теоретические и практические результаты выполненных исследований.

Научная новина диссертационного исследования.

1. Разработана методология решения геоэкологических задач, связанных с оценками стока наносов, в основе которой лежат принципы взаимодействия и взаимовлияния гидравлических переменных состояния потока и твердого вещества в водном объекте.

2. На основе этих принципов автором разработан комплекс моделей и методов оценки твердого стока: математическая модель движения воды и твердого вещества; методы оценки расхода наносов и мутности воды, транспортирующей способности потока; стохастическая модель годового твердого стока; методы оценки переформирования дна водных объектов, пространственно-временных закономерностей распространения мутности воды в акватории водоемов и статистических параметров распределения мутности воды водотоков.

3. Реализована детерминировано-стохастическая моделирующая система «погода – водосбор – сток – наносы» применительно к прогнозным оценкам характеристик твердого стока водных объектов. Выявлены пространственно-временные закономерности распределения наносов в водных объектах разного генезиса (река, озеро, водохранилище) в разные фазы водного режима.

Работа написана хорошим языком и легко читается. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертационного исследования изложены в 4 монографиях, 22 статьях в рецензируемых изданиях из

перечня ВАК, а также в многочисленных материалах международных и всероссийских конференций.

Вместе с тем, следует отметить следующие замечания:

1. Небрежности в оформлении таблиц, рисунков, заголовков. Часто таблицы начинаются на одной странице, продолжают на другой без дублирования заголовка или обозначения колонок и текста «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» (табл. 4.1. (с. 212), табл. 4.3 (с. 215), табл. 5.1 (с. 264), рис. 3.8 (с. 162) и др.); заголовок таблицы располагается на одной странице, а сама таблица на другой (табл. 4.6 (с. 225), табл. 3.8 (с. 151)); тоже для заголовков: 1.2 на с. 26; 3.2 на с. 109 и некоторых других рубрикации (с. 119, 133, 165, 248). Рис. 3.18 (с. 197) и рис. 3.19 (с. 198) выполнены мелко и нечетко.

На рис. 4.5 (с. 217), рис. 4.16 (с. 234) нарушены правила картографии: традиционно мелководные участки показываются бледным цветом, глубоководные – более темным, насыщенным. Нет привязки к населенным пунктам, указателя направления север-юг. Использование термина «карта» без указания масштаба и других атрибутов недопустимо. Это схема.

2. На с. 81 написано: «Согласно Рисунку 2.3 ... Минимальные же значения мутности не всегда сопряжены с минимумом меженного стока (например, для створов р. Кама – с. Волосницкое и р. Кама – с. Гайны). Это объясняется как руслоформирующими процессами в водотоках, так и хозяйственной деятельностью на водосборе (распашка сельскохозяйственных территорий, орошение и т.д.)». При этом сам рисунок 2.3 в диссертации отсутствует, поэтому непонятно, что автор имеет в виду.

3. На рис. 3.3 (с. 137) на первом графике линейная аппроксимация и поле точек не соответствуют друг другу. Требуется пояснение.

4. Рис. 4.5 (с. 217), рис. 4.16 (с. 234) – нет описания, как получены «карты» (исходные данные, методы пространственной интерполяции, используемые программные средства).

5. В работе не уделено внимания оценке точности результатов моделирования и влияния погрешностей исходных данных (морфометрических характеристик, цифровых моделей рельефа дна, прогнозов погоды и др.) на конечный результат.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают общую ценность и актуальность рассматриваемой работы. Диссертация М.В. Шмаковой «Методология решения геоэкологических задач, связанных с оценкой твердого стока водных объектов» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, имеющую важное научное и практическое значение, выполненную на высоком теоретическом уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук в соответствии с пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Шмакова Марина Валентиновна, заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле).

Я, Калинин Виталий Германович даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

15.04.2020 г.

Зав. кафедрой гидрологии и охраны водных ресурсов Пермского государственного национального исследовательского университета, д.г.н., доцент

Специальность 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

614990, г. Пермь, ПГНИУ, ул. Букирева, 15

+79194696469, vgkalinin@gmail.com



Калинин Виталий Германович

Подпись *В.Г. Калинин* - заверяю
Ученый секретарь совета
Е.В. Григорьев

