

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института водных проблем
Российской академии наук (ИВП РАН),

д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

А.Н. Гельфан

21 ноября 2019 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института водных проблем Российской академии наук на диссертационную работу **Ясинского Николая Сергеевича «Закономерности формирования стока фосфора в верхней части бассейна реки Москвы»**, представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

1. Актуальность темы диссертационного исследования.

Диссертационная работа Н.С. Ясинского несомненно актуальна. Ее актуальность обусловлена возрастающими требованиями к оценке характеристик качества воды водотоков и водоемов, в особенности в результате антропогенных изменений биогенной нагрузки на водоемы при внесении удобрений на сельскохозяйственные поля, что может вызвать усиление процессов эвтрофирования, приводящих к деградации экосистем озер и водохранилищ. Комплексное изучение проблемы формирования биогенного стока и отдельных его компонентов в речных бассейнах возможно на основе математических моделей в совокупности с полевыми и экспериментальными исследованиями. Поэтому предпринятая автором попытка разработать новую методику расчета стока фосфора с использованием моделирующего комплекса и полевых данных о характеристиках почв и ландшафтов на водосборе р. Москва, представляется весьма ценной и своевременной.

2. Оценка содержания диссертационной работы.

Диссертация состоит из 4 глав, введения, заключения, списка литературы и трех приложений. Общий объем работы 174 страницы, включая 13 таблиц и 37 рисунков. Список литературы содержит 181 наименование, в том числе 78 на иностранных языках.

Во **введении** обоснованы актуальность темы, сформулированы цели и задачи работы, дана характеристика ее научной новизны и практической значимости, приведена характеристика материалов и методов исследования. Сформулированы основные положения, выносимые на защиту, апробация результатов исследования на конференциях.

Первая глава посвящена описанию современных подходов к моделированию биогенного стока на водосборе реки с высокой степенью сельскохозяйственного освоения. Рассматриваются физико-географические факторы и особенности сельскохозяйственного освоения территории, влияющие на вынос фосфора в водные объекты. Рассматриваются источники и процессы преобразования биогенных элементов (азота и фосфора) на речном водосборе. Отмечается, что при отсутствии организованного сброса сточных вод, наблюдается закономерность увеличения стока фосфора в половодья и паводки; приводятся примерные соотношения между годовым и стоком фосфора в периоды повышенной водности. Приводятся самые общие сведения о некоторых моделях «биогенного стока, применяемых в мировой практике».

Во **второй главе** описываются методы исследования выбранного водосбора – объекта моделирования, приводится характеристика его физико-географических условий и сельскохозяйственной освоенности. Для анализа и подготовки данных для моделирования в работе использовались методы оцифровки карт, инструменты ГИС-технологий, разработанные автором специализированные программы на языке Python, методы множественной регрессии. Проводились полевые изыскания, включающие отбор проб речной воды на химический анализ содержания фосфора и исследования почв водосбора: измерение физических характеристик и содержания гумуса, азота и фосфора. На основе обработки многолетних рядов среднегодового количества осадков и построения разностно-интегральной кривой среднегодовых расходов воды р. Москва выделены потенциально многоводные и

маловодные годы с целью использования этой информации для экспериментов с моделью.

В третьей главе приведено описание результатов полевых изысканий, проводившихся автором и другими исследователями на водосборе Можайского водохранилища в период с 1983 по 2017 гг. Приведены результаты определения стока фосфора, выполненные лабораторией водохранилищ в Красновигово. Для всех паводков и половодья за 1983/1984 водохозяйственный год отмечается опережение пиками концентраций пиков расхода воды на несколько дней. В 2008–2010 гг. исследовалось содержание растворенных и валовых форм минерального фосфора в рр. Москва и Лусьянка в половодье и летний период, в 2010 г. исследовались изменения содержания и соотношения взвешенных и растворенных форм фосфора в период половодья, в 2012/13 водохозяйственный год определялись концентрации различных форм фосфора весной и осенью.

Приведено описание исследований почв и ландшафтов водосбора Можайского водохранилища в августе-сентябре 2017 г. На различных типах почв и высотных уровнях водосбора было заложено 5 разрезов и 20 прикопок; исследования проводились в соответствии с общепринятыми методиками определения физических и химических характеристик почв. При исследовании ландшафтов водосбора обнаружено трехкратное уменьшение количества используемых сельскохозяйственных угодий к настоящему времени. Установлено увеличение содержания валовых форм фосфора (на 15 – 20%) и его подвижных форм (на 50 – 70%) на неиспользуемых угодьях.

Автор пытается анализировать взаимосвязи изменения климатических характеристик, гидрологического режима почв, водной эрозии и миграции биогенных элементов в почвенном профиле и их вынос за его пределы.

В главе 4 выполнено моделирование стока фосфора на участке водосбора Можайского водохранилища с помощью модели HYPE, полураспределённой, физически обоснованной модели, разработанной в 2005 году в Шведском Гидрометеорологическом Институте. Рассматривается моделирующий комплекс HYSS-HYPE, структура и процессы, описываемые в модели. Процессы регулируются рядом параметров, значения которых задаются автором либо на основе результатов анализа полевых исследований (например, содержания

фосфора в почвах), либо на основе предлагаемых в литературе данных, либо калибровкой модельных параметров. Подробно описывается процесс подготовки входных данных для моделирования. Приводятся и обсуждаются результаты моделирования, которые оцениваются автором как хорошие для водного стока и удовлетворительные для стока фосфора. Установленные на основе моделирования закономерности внутригодового изменения содержания в речных водах различных форм фосфора в целом соответствуют выявленным на основе литературных данных, обобщенным в предыдущих главах. Анализируется влияние межгодовой изменчивости водного стока на сток фосфора. Исследуется влияние изменения режима и количества вносимых удобрений на сток фосфора. Выполнена оценка стока фосфора различными генетическими составляющими: склоновой, почвенной и грунтовой.

В Заключении перечислены основные результаты и выводы по работе, а также даны рекомендации по использованию удобрений на сельскохозяйственных полях.

Подведя итог рассмотрению диссертации Н.С. Ясинского, следует отметить, что она представляет собой законченное научное исследование, выполненное с применением современных методов, моделей и технологий. Диссертация свидетельствует о том, что в ней самостоятельно решены важные научные задачи, связанные с разработкой метода расчета стока фосфора на основе моделирующего комплекса НУРЕ и полевых данных о характеристиках почв и ландшафтов на водосборе р. Москва. Она свидетельствует о высокой квалификации автора в использовании географо-гидрологических методов анализа сложных гидрометеорологических процессов в речных бассейнах. Автореферат полностью отражает ее содержание и дает полное представление о самой работе и полученных в ней результатах и выводах.

3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Новизна полученных в диссертационной работе результатов обусловлена тем, что в ней **впервые** разработаны следующие положения:

1. модель речного и биогенного стока НУРЕ применена в России на малом водосборе с высокой степенью сельскохозяйственного освоения;

2. проведен комплекс полевых и лабораторных исследований необходимых для модели физических и химических свойств почв верхней части бассейна р. Москвы и их пространственного распределения;
3. создана автоматизированная система подготовки пространственной информации и рядов гидрометеорологических характеристик для генерации входных файлов модели HYPE;
4. получены количественные оценки влияния межгодовых изменений агрометеорологических параметров и водного режима на процессы формирования стока фосфора в верхней части бассейна р. Москвы;
5. построены карты выноса фосфора для территории водосбора для периодов различной водности различными генетическими составляющими речного стока;
6. проведены численные эксперименты, направленные на оценку влияния внесения удобрений на вынос фосфора речным стоком в различные по водности годы; на основании численных экспериментов предложены рекомендации по оптимизации способов сельскохозяйственного использования территорий с целью минимизации негативного воздействия на водные экосистемы.

4. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в разработке новой методики расчета стока фосфора с использованием моделирующего комплекса HYPE, дающей возможность поиска оптимальных способов сельскохозяйственного использования территорий, минимизировать негативное воздействие на водные экосистемы и прогнозировать изменения стока фосфора в условиях возможных антропогенных изменений водосбора и климата.

В частности, значимость работы заключается:

- в адаптации и апробации модели HYPE для расчета стока фосфора в верхней части бассейна р. Москвы, позволяющей с удовлетворительной точностью рассчитать гидрографы суточного стока в замыкающем створе водосбора и моделировать пространственное распределение характеристик режима стока фосфора на территории бассейна;

- в создании для бассейна р. Москва интегрированного архива гидрометеорологических и гидрохимических наблюдений и характеристик подстилающей поверхности с высокой степенью сельскохозяйственного освоения.
- в разработке программ и алгоритмов предмодельной подготовки данных для НУРЕ.

5. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе.

Обоснованность и достоверность основных результатов работы определяется использованием автором современной модели НУРЕ, прошедшей проверку на зарубежных водосборах. Полевые и лабораторные работы по определению содержания различных форм фосфора в воде и почве на территории водосбора р. Москва производились в соответствии с нормативными руководящими документами (ГОСТ, РД). Результаты расчетов по модели НУРЕ проверены на материалах гидрологического и специализированного гидрохимического мониторинга. Критерии, использованные для проверки надежности расчетов, являются принятыми к использованию в научном сообществе.

6. Недостатки работы, замечания.

По работе есть следующие основные недостатки и замечания:

1. Не смотря на значительный объем обзора литературных источников (49 стр. ~ 1/3 объема диссертации), в нем не представлены количественные оценки содержания фосфора в различных средах на речных водосборах. Приведены целых 3 схемы круговорота фосфора (рисунки 3,7,8), однако не поясняется разработки ли это автора, или схемы, принятые при моделировании качества воды, не проводится сравнение со схемой, реализуемой в модели НУРЕ. Отсутствуют ссылки на работы ряда ведущих российских ученых в этой области (Сысуев В.В., Голубятников Л.Л и др.).
2. В обзоре и в других главах приводится значительный объем информации, которая напрямую не относится к основной теме диссертации и в дальнейшем не используется в ней. Это, например, раздел 1.1.3, связанный с анализом

глобального потепления климата в России. Раздел 2.2.2 с расчетами гидротермического коэффициента Селянинова и коэффициента увлажненности Шашко. При этом на Рисунке 13 при анализе многолетних данных по годовым осадкам на метеостанции МСХА с 1881 г. ошибочно выделяется тренд увеличения осадков в середине прошлого века, который на самом деле связан с заменой приборов измерения осадков дождемерами на осадкомеры в начале 1950-х годов и нарушением однородности рядов. Во многих разделах приводятся сведения о процессах трансформации на речном водосборе азота, хотя моделирование азота в диссертации не производится, эта информация остается не использованной и является лишней.

3. На Рисунке 35 приведен вынос валового фосфора с поверхностным стоком в весенний периода 1984 и 2012 гг. для территории водосбора р. Москвы по результатам моделирования. Увеличение стока фосфора в 2012 г. по сравнению с 1984 г. автором не объясняется, хотя выше говорится, что за этот период значительно снизилось количество вносимых удобрений и произошло уменьшение площадей сельскохозяйственных угодий. Необходимы пояснения.

4. Погрешности расчета годового стока фосфора на основе модели оцениваются автором величиной 10-75%. В то же время, эффект отмены весеннего внесения удобрений по результатам модельных экспериментов оценивается в 5-11%, т.е. величиной, значительно меньшей погрешности расчета.

5. В Приложении 3 приведены порядка сотни калибруемых параметров модели НУРЕ. При таком количестве калибруемых характеристик относительно легко подобрать такие наборы параметров, которые будут давать приемлемые результаты для нескольких лет наблюдений. Однако устойчивость таких наборов параметров будет невелика, что может повлечь за собой значительные погрешности на других годах.

6. Некоторые используемые в диссертации формулировки некорректны. На стр. 12 «... в условиях межгодовых климатических изменений». На стр. 13: «В водной среде все перечисленные выше макрокомпоненты, кроме азота и фосфора, являются главными ионами или входят в состав их молекул, ...». Перечисленные выше гидрохимические компоненты (углерод и сера, кислород и водород) не являются главными ионами. На стр. 35: «Бактерии аммонификаторы преобразуют

азот органического вещества в газообразный аммиак NO_3 ». NO_3 – азот нитратный, а не газообразный аммиак. На стр. 128 «...временной ряд концентраций имеет иную статистическую природу...». Там же «...сопоставления гидрографа концентраций...».

7. Две рекомендации по использованию удобрений на сельскохозяйственных полях из трех, приводимых в Заключение, неопределенны. «При внесении минеральных удобрений рекомендуется корректировка времени их применения с учетом прогнозируемых сроков и объема половодья. Для сокращения выноса биогенных элементов рекомендуется пересмотр норм вносимых минеральных удобрений, а также набора выращиваемых культур». Какая корректировка, какой пересмотр норм и выращиваемых культур - не поясняется и не иллюстрируется результатами расчетов.

8. Диссертация небрежно оформлена. Почти все рисунки и таблицы, приводимые в работе, располагаются раньше ссылок на них. Иногда ссылки на рисунки следуют через несколько страниц после них. Например, рисунок 12 располагается на стр. 74, а ссылка на него на стр.77. Рисунок 20 располагается на стр. 103, а ссылка на него на стр. 105 и др. Иногда не приводится расшифровка условных обозначений (таблица 4 на стр. 96,97). Требуется корректировка оформления литературных источников, которые приведены в соответствии с различными ГОСТами, а иногда и без них. Например, в ссылке 149 отсутствует название статьи и страницы. В ссылке 150 отсутствуют соавторы. В ссылках 151, 152 (статья авторов данного отзыва), 153 не приведены названия журналов, в которых опубликованы статьи и страницы и др. Имеются грамматические опечатки. Объем автореферата (29 стр.) превышает установленные ВАК пределы для авторефератов по кандидатским диссертациям (до 1 авторского листа).

Высказанные в отзыве замечания на наш взгляд связаны с неопытностью диссертанта и слабым контролем со стороны научного руководителя.

7. Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

Результаты работы докладывались автором на международных и всероссийских конференциях и ассамблеях. Основные результаты диссертации

опубликованы автором в 10 научных изданиях, в том числе в двух опубликованных и одной статьи, находящейся в печати, в журналах, рекомендованных ВАК.

8. Выводы, соответствие диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа **Ясинского Николая Сергеевича** представляет собой законченное научно - квалификационное исследование. В нем решена важная научная и практическая проблема в области водных ресурсов - разработана новая методика расчета стока фосфора с использованием моделирующего комплекса НУРЕ и полевых данных о характеристиках почв и ландшафтов на водосборе р. Москв. Полученные в работе результаты имеют важное научное и практическое значение для разработки методик поиска оптимальных способов сельскохозяйственного использования территорий и минимизации негативного воздействия на водные экосистемы.

По объему исследований, научной новизне, научной и практической значимости диссертационная работа **Ясинского Николая Сергеевича** соответствует всем требованиям п. 9, 10, 11, 13 Положения «О порядке присуждения ученых степеней...» (в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор **Ясинский Николай Сергеевич** достоин присуждения ему искомой ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник,
заведующий лабораторией региональной гидрологии
ФГБУ «Институт водных проблем РАН»
(специальность 25.00.27 – гидрология суши,
водные ресурсы, гидрохимия)


21.11.2019
Ю.Г. Мотовилов



Контактные данные: тел.: +7(916)6109363, e-mail:motol49@yandex.ru

Подпись Ю.Г. Мотовилова завершено
21.11.2019
Рецензент *Мухоморова М.А.*

Старший научный сотрудник лаборатории региональной гидрологии
ФГБУ «Институт водных проблем РАН»
Доцент, кандидат географических наук
(специальность 25.00.36 – Геоэкология)


Т.Б. Фашчевская



Подпись Т.Б. Фашчевской завершено
21.11.2019
Рецензент

21.11.2019

Контактные данные:

Тел.: +8-916-259-50-57, e-mail: tf.ugatu@yandex.ru

Адрес места работы:

119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3,
ФГБУ «Институт водных проблем РАН»,
Лаборатория региональной гидрологии
Тел.: +7 (499) 135-54-56; e-mail: tina@iwr.ru