

**Отзыв официального оппонента на диссертацию на соискание степени кандидата  
географических наук Ясинского Н.С. на тему «ЗАКОНОМЕРНОСТИ  
ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ФОСФОРА В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА РЕКИ  
МОСКВЫ»**

Диссертация состоит из 4 глав, трех приложений, введения и заключения. Список литературы включает 183 наименования, из них 100 – источники на русском языке. Объем диссертации – 174 страницы.

Во Введении последовательно обосновывается актуальность работы, формулируются цели, задачи и предмет исследования, дается информация об объекте (водосбор р. Москвы выше Можайского водохранилища) и методах исследования, характеризуется научная новизна и практическая значимость. Приведены положения, выносимые на защиту, обсуждается обоснованность и достоверность результатов, даны сведения об апробации работы на различных конференциях и полученные практические результаты исследования. Автореферат и публикации автора полностью отражают содержание диссертации.

**Глава 1** «Современные подходы к моделированию биогенного стока на водосборе реки с высокой степенью сельскохозяйственного освоения» состоит из трех разделов, основанных на литературном обзоре. Первый раздел посвящен проблеме «фосфоризации», описанию факторов формирования биогенного стока, в том числе гидроклиматической изменчивости. Второй раздел направлен на характеристику закономерностей формирования биогенного стока и представляет собой современное высоконаучное обобщение. Даны попытки фундаментального осмысления системы формирования потоков азота и фосфора. Раздел 1.3 посвящен обзору существующего опыта моделирования биогенного стока, с характеристикой типов моделей, существующих программных продуктов и особенностях подходов, заложенных в известных моделях. Особого внимания заслуживает интегральная схема блока фосфора для модели качества воды (рис. 7)

В **главе 2** описана разработка модели биогенного стока. Основой разработки являлись геоинформационная среда GRASS GIS и язык программирования Python. Приводится методика анализа метеорологических рядов температуры и осадков для целей гидрологического моделирования. Описание анализа и подготовки исходных данных

представляет собой детальный методический текст и похож на учебное практическое пособие и может использоваться при проведении аналогичных исследований. Часть параметров модели определена с использованием материалов полевых исследований в бассейне, выполненных с участием автора. Эта составляющая работы описана в главе 2.1.3. Во втором разделе второй главы дается детальная характеристика водосбора р. Москвы.

**Глава 3** посвящена анализу экспериментальных исследований, проведённых на территории водосбора Можайского водохранилища. Информационным заделом являются работы, проведенные в 1984, 2010 и 2012 гг. Полевые исследования биогенного стока показывают снижение пиковых концентраций фосфора при сохранении меженных. Возможной причиной этого указывается трехкратное уменьшение количества используемых сельскохозяйственных угодий. Химический анализ почв демонстрирует повышенное содержание валовых форм фосфора на 15 – 20% и подвижных форм на 50 – 70% на неиспользуемых угодьях. Приводится определение характерных значений пористости для различных горизонтов почв водосбора, которые в дальнейшем использованы при моделировании.

**Глава 4** посвящена моделированию стока фосфора по модели с полураспределенными параметрами HYPE. Дана исключительно подробная характеристика программного комплекса (глава 4.1), в том числе настраиваемых параметров модели и оценка ее достоверности. Результаты моделирования (глава 4.2) характеризуют внутригодовую динамику потока фосфора и устанавливают следующие соотношения между генетическими типами вод: в весенний период с более низким по результатам моделирования половодьем склоновый сток составляет 12%, грунтовый – 21%, в многоводном 2012 году склоновая составляющая увеличивается до 25%. Почвенный сток в половодье находится на уровне 67%. В летний период склоновый сток не превышает 4% от суммарного, а грунтовая и почвенная составляющие соотносятся как 1 к 2.

В приложение А сведены результаты измерений содержаний биогенных элементов в почвах, схемы почвенных разрезов и список калибруемых параметров модели HYPE.

Диссертация представляет собой законченное исследование. Цели и задачи исследования и выносимые на защиту положения свидетельствуют о большом объеме выполненных расчетов и их значительном теоретическом осмыслении. Работа характеризуется большой практической значимостью, многие из результатов и сама разработанная модель должны найти применение в решении практических задач. Работа представляет собой большую методическую ценность.

При общем исключительно положительном отношении к тексту диссертации и выполненному исследованию, есть ряд вопросов и замечаний. В части, касающейся научной составляющей исследования, отмечаю следующее:

1. При завершении знакомства с диссертацией возникает ощущение, что возможности представления полученных результатов значительно шире, чем то, как они приведены в тексте диссертации. В первую очередь это касается отсутствия в явном виде выраженной смоделированной характеристики многолетней изменчивости стока фосфора в бассейне верхней Москвы. В описании результатов автор концентрируется на описании стока фосфора в многоводные и маловодные годы (1984 и 2012 гг) и особенностях его внутригодового режима, а приведенные оценки межгодовой изменчивости гидроклиматических факторов оказываются таким образом брошены. В то же время смоделированный ход стока фосфора (в пределах и с учетом погрешности моделирования) мог бы значительно украсить актуальность работы и, в частности, помог бы объяснить процессы эвтрофирования, наблюдающиеся в водотоках бассейна Москвы.

2. Обзор литературы, в первую очередь в главе 1, частично выполнен либо на примере случайно подобранных, или устаревших литературных источников. Растущий интерес к проблеме эвтрофирования, биогенной нагрузки на речные экосистемы привел к ежегодному появлению десятков, если не сотен, региональных работ по сходной тематике, в том числе с применением бассейновых моделей. Этому способствует внедрение автоматических средств контроля за содержанием фосфора, что определяет «информационное ускорение» в этой области. В этой связи как минимум неудачно выглядит, что автор при обзоре изученности режима стока фосфора опирается на работы 1989 года (рис. 2), которые, как минимум морально, устарели. Это приводит к очевидным неточностям, например утверждению о том, что тенденции многолетней изменчивости «отмечены российскими, эстонскими и белорусскими учеными». Больше в мире никто многолетней изменчивостью фосфора не занимается?

Ряд данных и теоретических представлений приводится без ссылок на источник информации, что затрудняет восприятие и в ряде случаев приводит к непониманию, относится ли приводимый результат к достижениям автора. Например, на стр. 141 при характеристике экспериментов по влиянию растительного опада остается неясным, кто и когда проводил этот эксперимент.

3. Предложенные в работе фундаментальные схемы процессов формирования стока фосфора (рис. 3, рис. 8) содержит ряд несоответствий. В первую очередь это касается схемы взаимоотношений форм, источников и путей выноса фосфора (рис. 3), некоторые части которой лишены физического смысла. Например, поверхностный сток и сток

наносов рассматриваются как независимые процессы, что противоречит базовым представлениям эрозиоведения. В целом вопросы учета эрозии в моделях биогенного стока являются слабой частью работы – как только речь заходит об этой тематике, появляются неточности, которые можно было бы избежать, если бы автор был знаком с литературой на эту тему (в России – это обобщающие работы Ф.Н. Лисецкого (2012), монография «Эрозионно-русловые системы» (2018)).

4. Требуется детальное объяснение адекватности модели с учетом полученной точности расчетов и фактически наблюдаемых значений изменчивости биогенного стока. Может ли модель использоваться для оценки стока фосфора?

Среди технических замечаний к изложению диссертации: постоянно упоминается азот, который в работе не исследуется. В Заключении приведена такая фраза, в которой появление азота совсем неясно: «Регулярный вынос фосфора с речным стоком обуславливает повышенное содержание всех форм фосфора и азота на пойменных лугах».

Из недостатков работы отмечаем также наличие опечаток, несогласованных предложений (например, стр. 19, 1 абзац), а также терминологических понятийных неточностей. В частности, в обзорной части встречаются такие «доморощенные» термины, как «суспенция» и «ресуспенция» (стр. 15), которыми автор обозначает обмен вещества с донными отложениями.

В заключение отмечаю высокой профессиональный уровень выполненной работы. Ряд ее достижений, сформулированных в защищаемых положениях, является значительным вкладом в исследование процессов, связанных с оценкой современного гидроэкологического состояния бассейна р. Москвы. Работа, таким образом, непосредственно направлена на решение одного из важнейших экологических вызовов в Российской Федерации. Подготовленная и настроенная физико-математическая модель формирования стока, определения вклада различных источников в формирование стока фосфора – все это является фундаментальными достижениями исследования. В диссертации предпринята одна из немногих отечественных попыток моделирования стока фосфора по модели с полураспределенными параметрами, и, что особенно украшает работу, - с использованием калибровки модели по натурным данным.

Таким образом, анализ диссертации Н.С. Ясинского показывает, что ее автором решена важная в общенаучном методологическом плане и для решения конкретных практических вопросов задача – выявление закономерностей стока фосфора с речного водосбора на основе комплексной гидролого-гидрохимической модели бассейна верхней р. Москвы. Это позволяет считать, что работа Н.С. Ясинского соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему

искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Доцент кафедры гидрологии суши  
географического факультета МГУ,  
К.г.н.

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
119991, Москва, Ленинские горы, ГСП-1  
Srchalov@geogr.msu.ru  
+74959391552

С.Р. Чалов

Подпись руки заверяю

декан географического факультета  
член-корр. РАН



С.А. Добролюбов