

На правах рукописи

НАССЕР ОТМАН

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ БИОГЕННЫХ
ВЕЩЕСТВ С ВОДОСБОРА ПО ДЛИНЕ РЕКИ ВЕЛИКАЯ

Специальность 25.00.36 – Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург - 2014

Работа выполнена на кафедре Прикладной экологии ФГБОУ ВПО
Российского государственного гидрометеорологического университета
(РГГМУ)

Научный руководитель:
доктор географических наук,
профессор

Шелутко Владислав Аркадьевич

Официальные оппоненты:

Осипов Георгий Константинович, д.г.н., профессор кафедры
водохозяйственное и техническое строительство Санкт-Петербургского
государственного политехнического университета

Пряхина Галина Валентиновна, к.г.н., доцент, заведующая кафедрой
гидрологии суши Санкт-Петербургского Государственного университета.

Ведущая организация:

ГУ «Государственный гидрологический институт»

Защита состоится « 10 » февраля 2014 г. в 15 часов 30 минут на
заседании диссертационного совета Д 212.197.03 в ФГБОУ ВПО Российском
государственном гидрометеорологическом университете по адресу: 195196,
Санкт-Петербург, пр. Металлистов, д. 3, аудитория 102

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского
государственного гидрометеорологического университета

Автореферат разослан «10» января 2015г.

Учёный секретарь диссертационного совета

доктор географических наук, доцент

Попова Е.С.

Общая характеристика работы

Актуальность темы.

Развитие промышленности и сельского хозяйства неразрывно связано как с увеличением количества сточных вод, попадающих в речные воды, так и с непосредственным загрязнением самих речных вод. Поэтому уже с середины прошлого века проблема качества поверхностных вод становится все острее. Вместе с тем возрастает и роль научных исследований в этом направлении.

Однако оценки только пространственной и временной динамики значений концентраций содержащихся в воде веществ не достаточно для разработки эффективных природоохранных мероприятий и планирования хозяйственной деятельности. Для более рационального подхода к охране вод и адекватного планирования хозяйственной деятельности необходимо рассматривать реку и её водосбор как единую целостную систему. Особую роль здесь играет оценка поступления веществ с различных частей водосбора. В результате подобной оценки возможно выявить наиболее загрязненные участки водосбора, более детально оценить поступление биогенных элементов от отдельных городских поселений или не урбанизированных территорий. Это позволит разработать специфические природоохранные мероприятия для отдельной части водосбора и поможет более эффективно управлять территорией.

В выполненных ранее исследованиях было показано, что гидрохимические наблюдения, в том числе наблюдения на реке Великой, имеют ряд особенностей, которые не укладываются в рамки обозначенных теоретических положений.

Анализу выявленных особенностей, а также оценке и учету их влияния на результаты расчетов среднегодовых концентраций содержащихся в воде веществ и посвящена настоящая работа.

Цель: Разработка комплексной методики учета особенностей гидрохимической информации при оценке средних годовых концентраций и объемов годового стока биогенов и на этой основе изучение баланса биогенов по длине реки Великая.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

- 1) Разработка комплексной методики расчета средней годовой концентрации и объемов годового стока биогенов на основе учета особенностей гидрохимической и гидрологической информации.
- 2) Анализ однородности и выявление выбросов в рядах измеренных концентраций биогенов в р. Великой.
- 3) Оценка и анализ объемов стока биогенов в отдельных пунктах наблюдений на р. Великой при исключении выбросов, с учетом водности в период взятия проб на химический анализ и неэквидистентности рядов наблюдений.
- 4) Разработка методики и оценка баланса стока биогенов по длине р. Великой.
- 5) Уточнение объема стока биогенов по р. Великой в Псковско-Чудское озеро на основе комплексной методики учета особенностей гидрохимической информации

Объект исследования – река Великая.

Предмет исследования – пространственно-временная динамика объема стока биогенов.

Методы исследования и исходные материалы. В исследованиях используется широкий спектр статистических средств обработки информации, метод территориальных обобщений и гидрологической аналогии. Оценка качества воды выполняется по стандартным нормативным критериям качества воды (ПДК).

В работе используются данные наблюдений на реке Великая за концентрациями растворенного кислорода, аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота, общего железа и минерального фосфора, а также за показателями ХПК (химическое потребление кислорода), и БПК₅ (биохимическое потребление кислорода) за период с 1967 по 2009 годы. Данные, предоставлены Северо-Западным межрегиональным территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СЗУГМС).

Достоверность оценок и результатов обеспечивается использованием в качестве информационной базы материалов государственной системы наблюдений за состоянием поверхностных вод и применением стандартных методов математической обработки данных наблюдений.

Научная новизна исследования.

- 1) Впервые разработана комплексная методика одновременного учета водности и неэквидистентности при расчете среднегодовой концентрации и годового объема стока.
- 2) Разработана методика оценки стока биогенов с различных частей водосбора по длине реки Великая, основанная на построении интегральных кривых в каждом створе наблюдения.
- 3) Уточнение объемов стока биогенов по длине р. Великой за счет исключения выбросов, с учетом водности в период взятия

проб на химический анализ и неэквидистентности исходных рядов наблюдений, применяемых в рамках единой комплексной методики.

Защищаемые научные положения.

1. Комплексная методика учета особенностей гидрохимической информации при анализе и расчетах годового стока биогенов.
2. Методика оценки баланса стока биогенов по длине реки на основе применения интегральных кривых.
3. Результаты комплексной оценки пространственной и временной динамики стока биогенов по длине реки Великая на основе применения разработанных методик.

Личный вклад автора заключается в постановке проблемы исследования, методическом обеспечении её решения и анализе полученных автором результатов оценок стока биогенных веществ. В основе диссертации лежат результаты более чем трехлетних исследований автора по проблеме оценки стока биогенных веществ.

Практическое значение полученных результатов.

Разработанные методики и приемы позволяют более точно определить оценки средних годовых концентраций и объемов стока загрязняющих веществ, а также при наличии нескольких створов наблюдений оценить вклад в биогенный сток городских и межгородских территорий.

Результаты исследований внедрены в работу по тематическому плану РГГМУ «Разработка теоретических основ расчета и прогноза экстремальных уровней загрязнения окружающей среды в больших городах и промышленных зонах» за 2011– 2014 годы. Результаты работы были внедрены также в учебную дисциплину «Моделирование распространения примесей в водных объектах».

Апробация работы. Все положения и результаты исследований неоднократно докладывались и обсуждались на итоговых сессиях ученого Совета РГГМУ (2012, 2013), на международной научной конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон» (2012), Международной конференции «Первые Виноградовские чтения. Будущее гидрологии» (2013), IV Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» (2014).

Публикации. Всего по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них 2 статьи в изданиях из списка ВАК

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и выводов, изложена на 134 страницах основного текста и 30 страницах приложений, включает 31 рисунок и 33 таблицы. Список использованных источников включает 87 наименований, в том числе 6 иностранных.

Краткое содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость исследований.

В первой главе «Анализ особенностей объекта исследования» рассматриваются основные физико-географические факторы, влияющие на химический состав природных вод реки, в частности геологическое строение, рельеф, состав почв и климатические условия. Особое внимание уделяется гидрографическому описанию отдельных частей водосбора реки Великая. Подробное внимание уделяется и описанию гидрометрических характеристик реки Великая

и её основных притоков. Карта региона исследования представлена на рисунке 1.

По данным Ежегодника «Качество поверхностных вод Российской Федерации» в период с 1998 по 2002 годы качество воды в реке Великая оценивалось 3 классом, разрядом «а» и «б» как «загрязнённая». В 2008 г. по значениям УКИЗВ (2,66-3,55) вода реки характеризовалась как «очень загрязненная» и оценивалась 3-м классом разряда «б», в створе ниже г. Опочка – как «грязная» 4-м классом разряда «а».



Рисунок 1 – Карта региона исследования

Приводится детальный анализ хозяйственной деятельности в регионе исследования. В частности, отмечено, что основными

отраслями производства в регионе являются машиностроение и сельское хозяйство.

В поверхностные водные объекты в течение 2012 года сброшено 246,97 млн. м³ сточных вод, в том числе: загрязненных – 39,82 млн. м³ (16,1 %), нормативно чистых – 207,15 млн. м³ (83,9 %). Предприятия ЖКХ (в первую очередь, городов Псков, Остров, Великие Луки) сбрасывают в поверхностные водные объекты свыше 95 % объема загрязненных сточных вод по области.

В заключение дается описание пунктов наблюдения на реке Великая в городах Опочка, Остров и Псков. Каждый пункт наблюдений содержит по 2 створа - выше и ниже городской территории. Все рассматриваемые пункты, кроме пункта в г. Псков, относятся к пунктам 4 категории. Пункт Псков относится к 3 категории.

Во второй главе «Характеристика исходных данных» подробно анализируются особенности исходных данных, в частности оценка основных числовых характеристик, оценка однородности и стационарности рядов наблюдений.

Отмечается, что в рядах наблюдений существуют пробелы, наибольшее количество наблюдений производилось по значениям растворенного кислорода и БПК₅.

Оценка основных числовых характеристик рядов наблюдений показала, что исходные ряды значений концентраций обладают повышенной степенью асимметрии (по значению коэффициента асимметрии C_s) и высокой вариативностью (по значению коэффициента вариации C_v).

Далее была проанализирована однородность рядов наблюдений по числу измерений в год. Ранее этот вопрос подробно исследовался в диссертационной работе Колесниковой (2008). Однако с тех пор продолжительность исходных рядов наблюдений увеличилась почти на 10 лет и естественно, что характеристики однородности могли измениться.

В общем анализ однородности рядов наблюдений по числу измерений в году показал, что количество наблюдений внутри года может изменяться существенно от 1 до 12 для каждого вещества в рамках одного пункта наблюдения и от одного пункта до другого. При этом отклонения от средней даты отбора проб могут варьировать от нескольких дней до нескольких месяцев. При этом, чем меньше проб отбирается в год, тем больше эти отклонения. Следует также отметить, что именно в последние годы наблюдения стали более регулярными. Таким образом, исходные ряды наблюдений не являются эквидистентными, то есть интервалы, которые освещает каждый данный член ряда, неодинаковы. Данные результаты полностью согласуются с выводами, полученными в диссертационной работе Смыжовой Е.С. (2010).

Оценка однородности рядов наблюдений проводилась в программном пакете StokStat 2.0. Оценка однородности исходных рядов наблюдений по критерию Стьюдента и Фишера показал, что 69 % всех рядов наблюдений являются неоднородными. Оценка стационарности показала, что нестационарными являются 71 % исходных рядов наблюдений.

В общем, анализ структуры исходных данных показал, что исходные ряды измеренных концентраций биогенных веществ в реке

Великой: обладают высокой асимметрией и вариативностью, являются неоднородными по числу измерений в год, неэквилибристичными, неоднородными по своему генезису и нестационарными во времени. Все перечисленные особенности необходимо учитывать при любой дальнейшей обработке первичных данных наблюдений.

В третьей главе «Оценка выбросов в исходных рядах наблюдений» проводилась оценка экстремальных значений концентраций графическим методом, по критерию Диксона и по методике, изложенной в руководящем документе Росгидромета.

Подбор теоретических законов распределения, наилучшим образом описывающих наши ряды наблюдений проводился при помощи программного пакета GidStat 2.0. Оценка соответствия проводилась по критерию Крамера – Мизеса – Смирнова W^2 . В результате получилось, что в 36 случаях из 48 закон Пирсона является оптимальным, в 9 случаях – вторым по значимости. Второе место по согласованности эмпирических и теоретических кривых обеспеченности занимает распределение Гамбела. При анализе соответствия эмпирических и теоретических кривых было обнаружено, что практически во всех рядах наблюдений имеются так называемые отскакивающие точки. Попытка подбора закона описывающего их не увенчалась успехом, т.к. тогда закон не согласовывался с основной массой наблюдений. Это позволило предположить наличие выбросов в исходных рядах. Всего в 18 рядах значений концентраций из 48 (37,5 %) по визуальной оценке эмпирических и теоретических кривых обеспеченности было выявлено от 1 до 4 выбросов.

Оценка экстремальных уровней загрязненности водных объектов является важнейшим разделом в оценке общего состояния водотока. В настоящее время нет единой утвержденной методики по оценке выбросов в исходных рядах наблюдений. Однако, ранее в работах Тороповой (2005) и Смыжовой (2010) было показано, что анализ эмпирических и теоретических кривых обеспеченности в сочетании с применением критерия Диксона являются подходящими методами для достоверной оценки наличия выбросов в рядах наблюдений. Кроме того, в существующих руководящих документах по обработке результатов наблюдений за гидрохимическим режимом водотоков и по оценке некоторых показателей, содержатся рекомендации по выявлению в рядах наблюдений «непоказательных экстремальных значений концентраций». Всего в 14 рядах из 48 (30 %) выявлено от 1 до 4 выбросов при оценке по критерию Диксона. Наличие выбросов не подтвердилось для четырех рядов наблюдений.

Анализ действующих руководящих документов (РД) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, разработанных для анализа и обработки результатов гидрохимических и гидрологических наблюдений, показал, что не существует отдельной специально разработанной методики для анализа экстремальных значений концентраций содержащихся в воде веществ. Единственным вариантом для оценки «непоказательных экстремальных значений» является методика, изложенная в пункте 5.5.1 РД 52.24.622-2001 «Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков». Количество выбросов, выявленных в исходных рядах измеренных значений концентраций по методике,

представленной в руководящем документе, практически полностью совпало с количеством выбросов, выявленном на основе визуального анализа эмпирических и теоретических кривых распределения. В общем можно сделать вывод, что данная методика, изложенная в руководящем документе, может применяться для выявления выбросов в исходных рядах наблюдений. При этом стоит отметить, что, в отличие от критерия Диксона, данная методика не учитывает основные особенности распределения, в частности, высокую степень асимметрии, которая характерна для большинства рядов измеренных значений концентраций. Это обстоятельство может в существенной степени влиять на результаты оценки возможных выбросов.

Следует отметить, что при исключении выбросов среднегодовые значения концентрации биогенов в те годы, когда они наблюдались, существенно снизились вследствие исключения максимальных наблюдаемых значений отнесенных к выбросам. Кроме того, исключение выбросов из исходных рядов измеренных значений концентраций существенно сказалось также на результатах расчёта среднего многолетнего значения и коэффициента вариации рядов измеренных значений концентраций биогенов.

Судя по результатам оценки выбросов в исходных рядах наблюдений за содержанием биогенов в реке Великой представляется необходимой разработка специализированного руководящего документа по оценке экстремальных значений концентраций в рядах наблюдений за гидрохимическим режимом рек.

В четвёртой главе «Комплексная методика оценки средних годовых концентраций и объемов годового стока биогенов с учетом особенностей геоэкологической информации» дается описание и

апробация комплексной методики учета водности и неэквидистентности при оценке среднегодовых значений концентраций содержащихся в воде веществ.

Ранее в работах Колесниковой (2008) и Смыжовой (2010) была показана необходимость учета водности при оценке среднегодовых концентраций содержащихся в воде веществ. Кроме того, в диссертации Смыжовой (2010) была разработана методика учета неэквидистентности исходной информации при оценке среднегодовых значений. На основе изучения этих работ возникла необходимость разработки единой методики по оценке среднегодовой концентрации с учетом выявленных ранее особенностей. Для этого, было необходимо решить задачу стыковки двух алгоритмов, каждый из которых был направлен на решение частной задачи.

Блок-схема последовательности вычислений для стыковки этих двух алгоритмов представлена на рисунке 2.

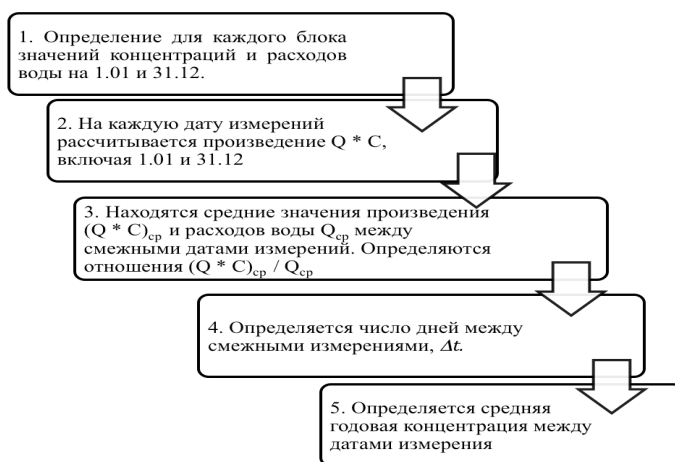


Рисунок 2 – блок-схема последовательности вычислений при оценке среднегодовых значений концентраций по Комплексной методике учета особенностей гидрохимической информации.

В первом блоке путем интерполяции между последними измерениями концентраций и расходов воды предшествующего года и первым измерением рассматриваемого года по формуле (1) находятся значения концентраций $S_{1.01}$ и расходов воды $Q_{1.01}$ на 1 января рассматриваемого года:

$$x_{1.01} = x_{nn} + (x_{1n} - x_{nn}) / (d_{1n} - d_{nn}) * d_{nn}, \quad (1)$$

где $x_{1.01}$ - значение концентрации $S_{1.01}$ или расхода воды $Q_{1.01}$ 1-го января рассматриваемого года, x_{nn} - последнее измеренное значение концентрации или расхода воды в предшествующий год, x_{1n} - первое измеренное значение концентрации или расходов воды в рассматриваемом году; d_{1n} - число дней от начала предшествующего года до последнего измеренного значения концентрации или расходов воды в этом году, d_{nn} - число дней от начала предшествующего года до первого измеренного значения концентрации или расхода воды в рассматриваемом году.

Аналогично путем интерполяции находятся значения этих величин на 31 декабря рассматриваемого года.

$$x_{31.12} = x_{np} + (x_{np} - x_{1n}) / (d_{np} - d_{1n}) * (365 - d_{np}) \quad (2)$$

Здесь $x_{31.12}$ - значение концентрации $S_{31.12}$ или расхода воды $Q_{31.12}$ 31-го декабря рассматриваемого года, x_{np} - последнее измеренное значение концентрации или расхода воды в рассматриваемый год, x_{1n} - первое измеренное значение концентрации или расхода воды в последующий год, d_{np} - дата в днях от начала рассматриваемого года до последнего измеренного значения концентрации или расходов воды в этом году, d_{1n} - число дней от начала рассматриваемого года

до первого измеренного значения концентрации или расхода воды в последующем году.

Во втором блоке на каждую дату измерений, включая найденные в первом блоке значения концентраций C и расходов воды Q на 1.01 и 31.12, находятся произведения $C * Q$.

В третьем блоке находятся средние значения расходов воды $Q_{\text{ср}}$ и произведений концентраций на расход воды - $(C * Q)_{\text{ср}}$ между смежными датами измерений. Рассчитывается отношение $(C * Q)_{\text{ср}} / Q_{\text{ср}}$.

В четвертом блоке рассчитывается число дней между смежными датами измерений - Δt

В пятом блоке находится произведение $(C * Q)_{\text{ср}} / Q_{\text{ср}}$ на число дней в интервале между смежными измерениями, и произведение делится на 365 - $C_{\text{ср}}$:

$$C_{\text{ср}} = \left(\frac{(C * Q)_{\text{ср}} * \Delta t}{Q} \right) / 365 \quad (3)$$

Сумма полученных $C_{\text{ср}}$ является средней годовой концентрацией в данном году.

На основе учета названных особенностей по комплексной методике были рассчитаны средние годовые концентрации и сопоставлены с результатами расчетов по наиболее распространенному в настоящее время методу.

Для более детального анализа погрешностей расчёта среднегодовой концентрации при неучёте водности и неэквидистентности были построены и проанализированы эмпирические кривые обеспеченности рядов погрешностей δ , %. В таблице 1 представлены значения погрешностей оценки среднегодовых концентраций за счет не учета особенностей

гидрохимической информации при 10 и 20 % обеспеченности. Здесь в первой колонке представлены названия вещества или соединения, во второй и третьей колонке представлены частота выхода погрешностей за величину погрешности обеспеченностью соответственно в 20 и 10%

Таблица 1 – Значения погрешностей δ в % за счет не учета особенностей гидрохимической информации при 10 и 20 % обеспеченности.

вещество	обеспеченность	
	20%	10%
Кислород	5%	7%
БПК ₅	10%	20%
ХПК	7%	12%
Аммонийный азот	20%	40%
нитритный азот	30%	70%
нитратный азот	20%	35%
фосфор минеральный	25%	60%
железо общее	30%	50%

Для сравнения всех существующих методик по расчету среднегодовой концентрации в работе были построены и проанализированы графики временной изменчивости среднегодовых концентраций, рассчитанных как среднеарифметическое, с учетом водности, с учетом неэквидистентности и по предлагаемой методике. На рисунке 3 в качестве примера представлена временная динамика среднегодовых концентраций минерального фосфора в пункте Псков (нижний створ), рассчитанных разными методами.

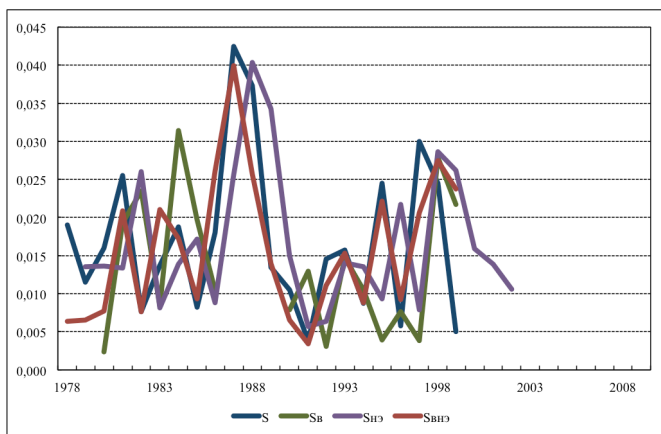


Рисунок 3 – временная динамика среднегодовых значений концентраций минерального фосфора, г. Псков (нижний створ).

Было отмечено, что в большинстве случаев значения концентраций рассчитанных по предлагаемой методике меньше, чем при учете водности, но выше чем при учете неэквидистентности. В целом общая тенденция изменения содержания большинства исследуемых веществ в воде совпадает при оценке разными методами.

В пятой главе «Анализ многолетних колебаний концентраций и объемов стока биогенных элементов по длине реки Великая» предпринята попытка применения интегральных кривых для анализа изменения концентраций и объемов стока по длине реки.

Интегральные кривые используются для расчетов многолетнего и сезонного регулирования стока. Они позволяют учесть основные особенности гидрографов притока и потребления воды, в частности внутригодовую и многолетнюю изменчивость речного стока, а также внутрирядные связи в последовательностях его значений. В последнее

время их стали использовать для оценки однородности исходных рядов наблюдений.

В работе были построены интегральные кривые средних годовых концентраций некоторых химических веществ и их объемов стока в пунктах. На рисунке 4 в качестве примера представлены интегральные кривые концентраций аммония и объемов его стока. В целом было выявлено, что объемы стока рассмотренных веществ нарастают по длине реки от створа к створу. Нарастание концентраций выражено меньше вследствие разбавления при увеличении расходов воды.

Для оценки объемов стока биогенных элементов с различных частей водосбора при оценке среднегодовой концентрации различными методами были рассчитаны приращения объемов стока между соседними створами. На рисунке 5 представлены результаты оценки объема стока с различных частей водосбора реки Великая, рассчитанные с учетом и без учета особенностей гидрохимической информации для рядов концентраций аммонийного азота, нитратного азота и минерального фосфора.

В целом, анализ объемов стока показал, что для всех веществ, кроме нитритного азота объем стока с межгородских территорий больше, чем с территории городов, включая крупнейший в регионе город Псков. При этом объем стока с территории между городами Остров и Псков наибольший. Это связано с наиболее интенсивным развитием сельского хозяйства на данной территории.

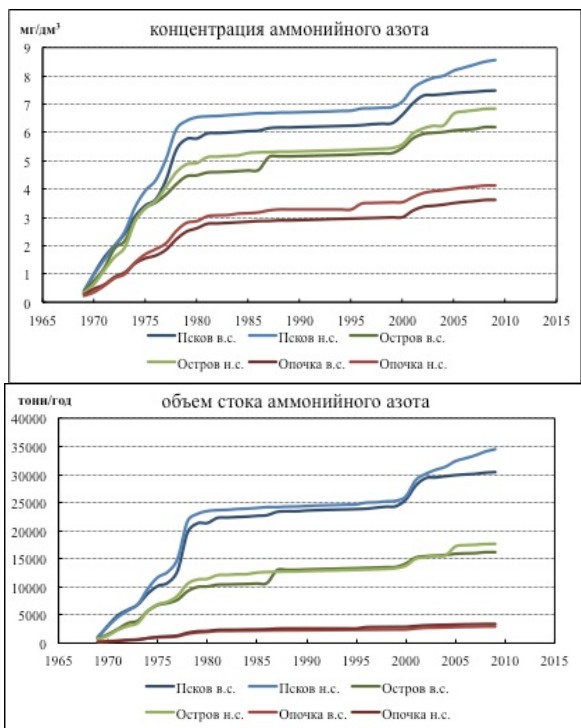


Рисунок 4 – интегральные кривые среднегодовых значений концентраций и объемов стока аммонийного азота по длине реки Великая.

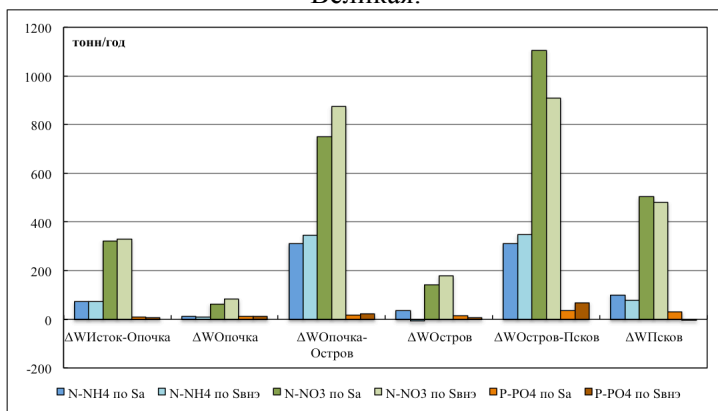


Рисунок 5 – приращения объемов стока различных форм азота и минерального фосфора по длине реки Великая при оценке среднегодовой концентрации различными методами.

Среди всех городских территорий наибольший сток биогенных элементов наблюдается с территории города Псков. Это вполне закономерно, так как этот город является крупнейшим в регионе исследования.

Следует отметить, что иногда выбор методики оценки среднегодовой концентрации и дальнейший расчет на её основе объемов стока существенно влияет на результат, вплоть до получения противоречащих друг другу результатов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы, полученные при выполнении диссертационной работы.

Результаты:

- Разработана комплексная методика расчета средней годовой концентрации и объемов годового стока содержащихся в воде веществ на основе учета особенностей гидрохимической и гидрологической информации;
- Проведен анализ однородности и выявление выбросов в рядах измеренных концентраций биогенов на основе выбранных законов распределения временных рядов измеренных концентраций в р. Великой;
- Уточнение объемов стока биогенов в отдельных пунктах наблюдений на р. Великой при исключении выбросов, с учетом водности в период взятия проб на химический анализ и неэквидистентности рядов наблюдений;
- Разработана методика оценки баланса стока биогенов по длине р. Великой на основе применения интегральных кривых.

- Уточнение объема стока биогенов по р. Великой в Псковско-Чудское озеро на основе названных методик уточнения расчетов и анализа годового стока биогенов.

Выводы:

1. Подавляющее большинство гидрохимических рядов наблюдений на реке Великая не соответствуют основным теоретическим положениям, лежащим в основе большинства методов обработки информации. А именно, исходные ряды наблюдений являются неэквидистентными, неоднородными и нестационарными.
2. Неучёт особенностей гидрохимической и гидрологической информации приводит к существенным погрешностям в расчетах средних годовых концентраций и объемов стока загрязняющих веществ.
3. Применение комплексной методики учета особенностей гидрохимической информации позволяет в существенной степени уточнить средние годовые концентрации и объемы стока загрязняющих веществ.
4. Наиболее подходящим законом распределения измеренных значений концентрации является закон распределения Пирсона 3-го типа.
5. Примерно в половине рядов на основе анализа кривых обеспеченности обнаруживаются возможные выбросы. Проверка этих случаев по критерию Диксона подтвердила наличие 1 – 4 выбросов в 30 % исходных рядов.
6. Исключения выбросов из исходных рядов наблюдений приводит в некоторых случаях к значительному снижению оценок числовых характеристик.

7. Основными поставщиками азота в р. Великую являются межгородские территории, хорошо освоенные в сельскохозяйственном отношении; влияние городов, в том числе г. Пскова, менее значительно.
8. Объемы стока рассмотренных форм азота и БПК₅ нарастают по длине реки от створа к створу. Нарастание концентраций выражено меньше вследствие разбавления при увеличении расходов воды.
9. Во многих случаях процессы изменения концентраций рассмотренных форм азота является не стационарным. Учитывая, что влияние городов менее значительно, по-видимому, не стационарность объясняется главным образом развитием сельского хозяйства.
10. Интегральные кривые являются достаточно хорошим показателем состояния химического загрязнения рек и по нашему мнению должны обязательно использоваться при первичном анализе.

Список публикаций по теме диссертации

- 1) Насер Отман, Урусова Е.С. Оценка поступления биогенных веществ с различных частей водосбора реки Великая. // Научно-теоретический журнал Общество. Среда. Развитие. № 3 (32), 2014 – СПб., изд. ЦНИТ «Астерион», 2014. с.170-175 (Издание из списка ВАК)
- 2) Насер Отман, Шелутко В.А., Урусова Е.С. Оценка содержания различных форм азота в реке Великая по интегральным кривым. // Вестник СПбГУ. Серия 7. Геология, География. Выпуск 3.– СПб., изд. СПбГУ, 2014. с. 95-103 (Издание из списка ВАК)
- 3) Насер Отман, Шелутко В.А., Урусова Е.С. Анализ изменения качества воды по длине реки Великой. // Сборник тезисов

Международной конференции «Первые Виноградовские чтения. Будущее гидрологии» – СПб, изд. Арт-Экспресс, 2013. с.144

4) Nasser Othman, Shelutko V.A., Urusova E.S. the analysis of the water quality changes in the Velikaya river. // The book of abstracts. International workshop “First Vinogradov’s conference. The future of hydrology” – SPb, Art-Express, 2013. p. 145

5) Насер Отман, Урусова Е.С., Шелутко В.А. Анализ динамики стока биогенных веществ с различных частей водосбора реки Великая. // Евразийский союз ученых (ЕСУ). Ежемесячный журнал. № 4/2014 (часть 6). Сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований», Москва, 25.07.2014. – М.: изд. ЕСУ, 2014 .с 69-72