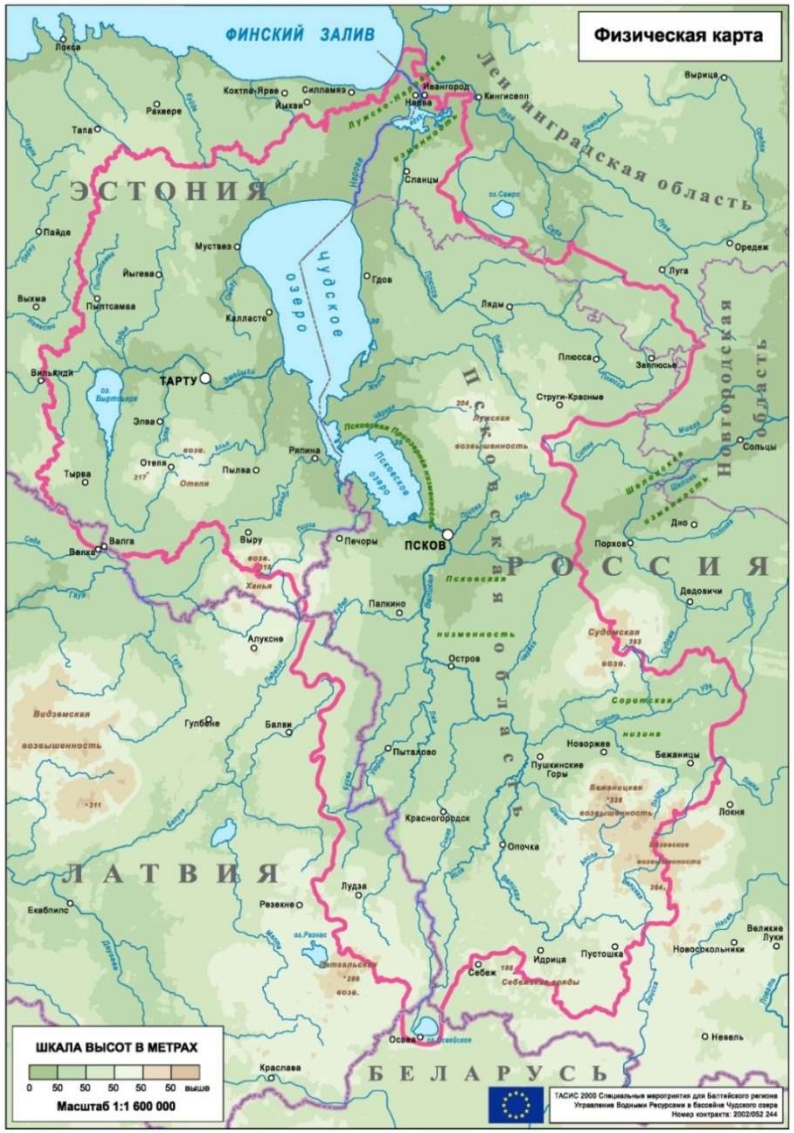
Государственный
Гидрологический
Институт
hydrology.ru

Внешняя биогенная нагрузка на Чудско-Псковское озеро и перспективы ее снижения, роль точечных источников загрязнения

Задонская О.В.
ФГБУ «Государственный гидрологический институт»
Санкт-Петербург, Россия
olga.zadonskaya@hydrology.ru

Физико-географическая характеристика бассейна



Общая водосборная площадь - 44000 км^2, 67% - Россия, 26% - Эстония, 7% - Латвия и Белоруссия.

Чудско-Псковское озеро - четвёртый по величине пресноводный водоём Европы и крупнейший европейский трансграничный водоём.
Из озера вытекает река Нарва, впадающая в Финский залив.

Общая площадь озера составляет 3558 км^2, из нее 1987 км^2 площади относится к России и 1571 км^2 – к Эстонии.

Наиболее крупные реки водосбора – р. Великая (площадь водосбора 25200 км^2 – 57%) и р. Эмайыги (водосбор 9628 км^2 – 22%).

Распределение биогенной нагрузки между двумя странами

Внешняя биогенная нагрузка по азоту и фосфору с российской и эстонской частей водосбора Чудско-Псковского озера

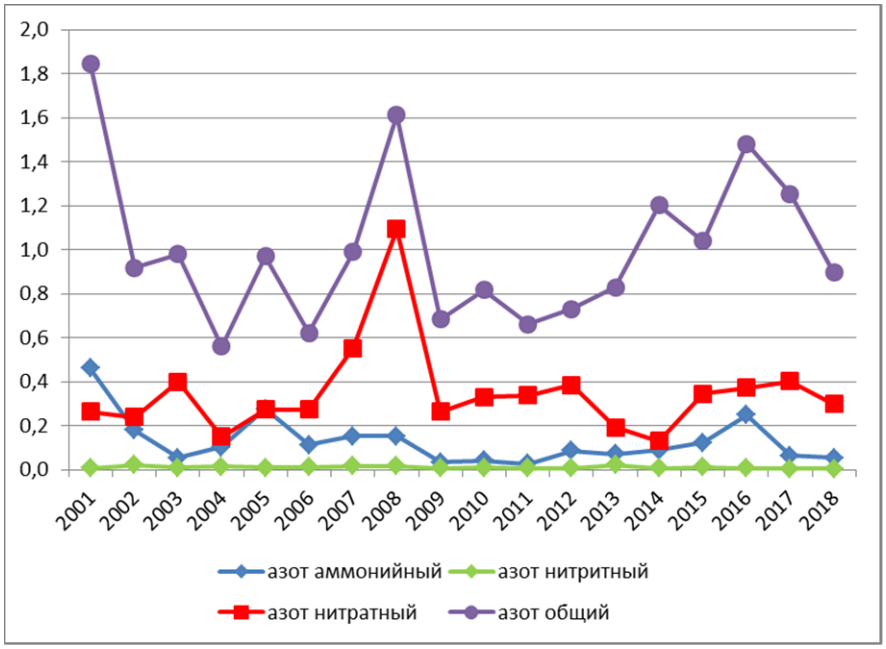
Периоды	Российская часть				Эстонская часть				Весь водосбор Чудско-Псковского озера	
	Nвал	%	Рвал	%	Nвал	%	Рвал	%	Nвал	Рвал
2001-2005	9535	53	481	64	8325	47	270	36	17860	751
2006-2010	8143	45	442	63	9815	55	258	37	17958	700
2011-2015	7339	51	313	66	7180	49	160	34	14519	473

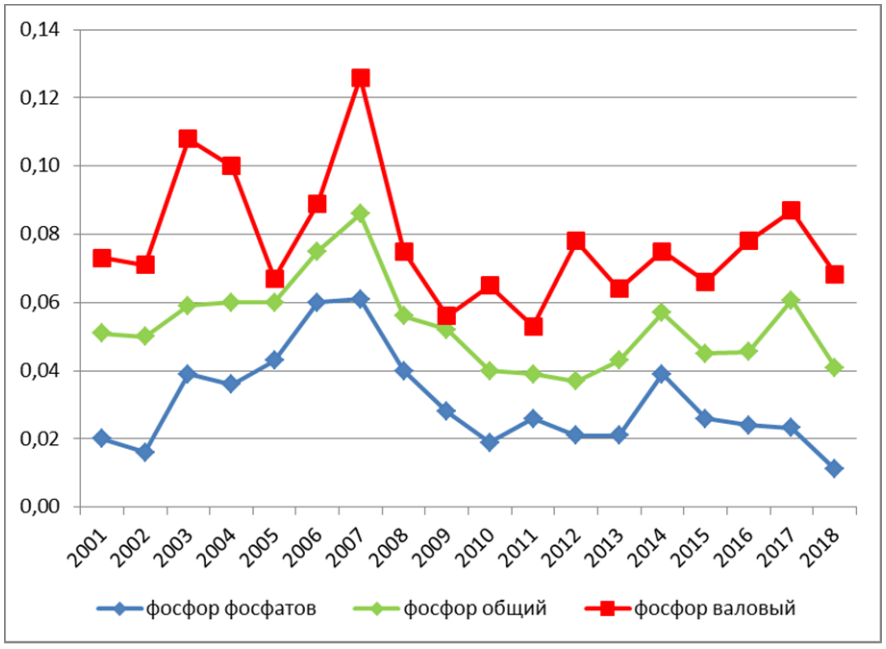
19% **37%**

Нагрузка по фосфору валовому с российской части водосбора пропорциональна доли ее площади (67%), а по азоту валовому – значительно меньше и практически равна нагрузке с эстонской стороны.

На эстонской части водосбора средняя фосфорная нагрузка на единицу его поверхности составляет **0,108 кг/га**, азота – **4,87 кг/га**. На российской стороне эти показатели составляют **0,106** и **2,49 кг/га** соответственно. Таким образом, удельная азотная нагрузка на российской части водосбора почти в 2 раза меньше, чем на эстонской части. Удельная фосфорная нагрузка на обоих частях водосбора одинакова.

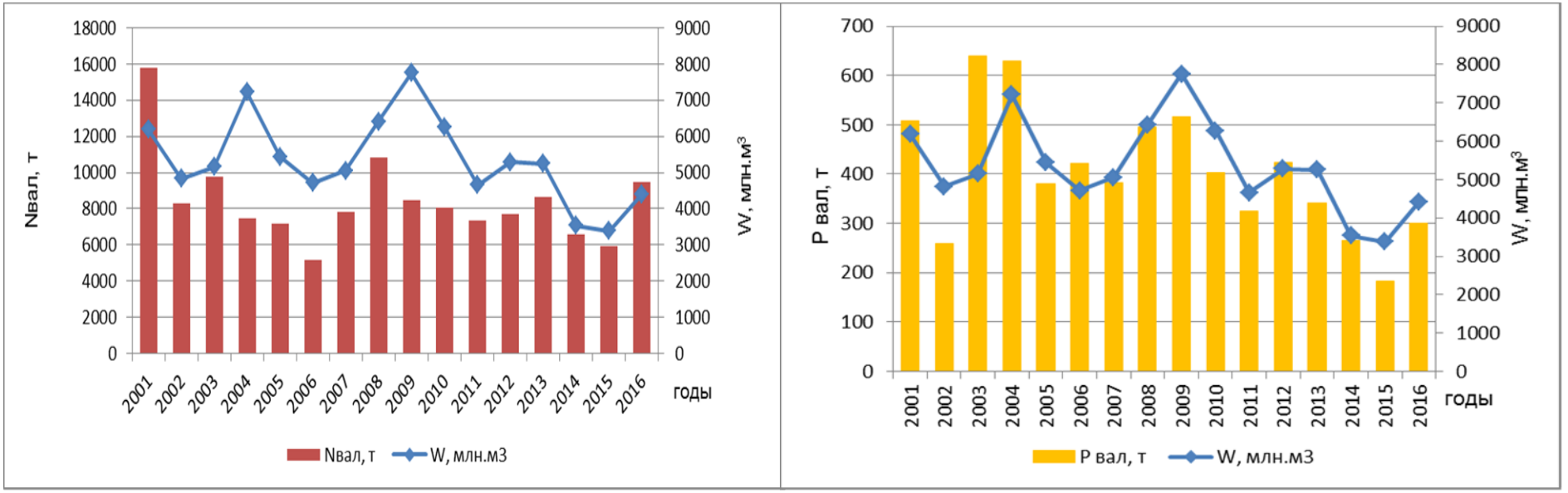
Данные государственного мониторинга





Среднегодовые концентрации биогенных веществ (мг/дм^3), р. Великая – г. Псков

Анализ данных государственного мониторинга



Нагрузка валовым азотом и валовым фосфором на Чудско-Псковское озеро с российской стороны с поверхностными водами и годовой сток р. Великой

Расчет биогенной нагрузки на Чудско-Псковское озеро со стоком рек показал, что поступление с российской части водосбора азота валового в 2016 г. составило 9460 т, фосфора валового 300 т

Природная нагрузка

Расчеты природной составляющей в биогенной нагрузке с российской стороны по модели ИНОЗ показали, что для азота общего ее доля составляет около 45%.
Доля природной составляющей в нагрузке фосфором общим по разным расчетам колебалась от 36% до 67% и требует дополнительного уточнения.

По данным Центра информации по окружающей среде Эстонии около 35 % внешней азотной нагрузки на озеро и 56 % фосфорной нагрузки являются природными.

Антропогенная нагрузка

По данным численных экспериментов на модели ИНОЗ наиболее значимый вклад в антропогенную составляющую фосфорной нагрузки с российской части водосбора на Чудско-Псковское озеро вносят распределенные сельскохозяйственные источники - 20-30% в годы различной водности.
По данным эстонской стороны диффузный поверхностный сток с сельхозугодий, которые занимают более 40% общей площади эстонской части водосбора озера, является основным источником поступления биогенных веществ в реки.

Долю точечных источников загрязнения на российской стороне в нагрузке фосфором можно оценить в 19%, азотом – 4,5% (по данным 2016 г.).
На эстонской стороне от точечных источников за период 2011-2015 гг. в среднем поступало 190 т азота валового и 13 т фосфора валового. Доля точечных источников в общей нагрузке фосфором составляла 8,1%, азотом – 2,6%.

Оценка биогенной нагрузки от диффузных сельскохозяйственных источников загрязнения

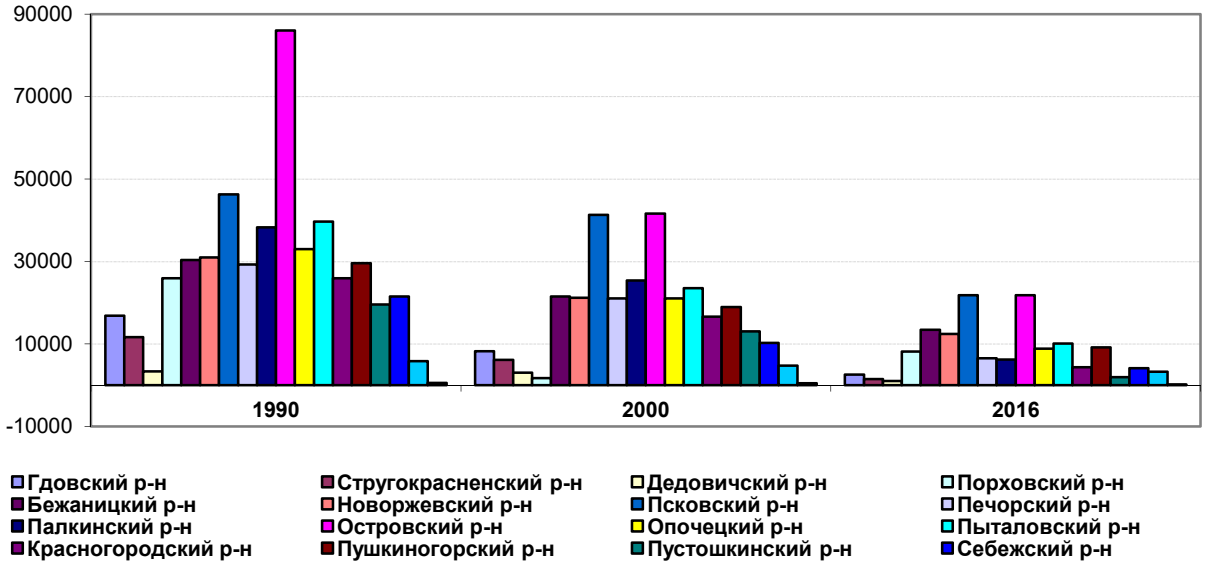
(по данным Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП))

К наиболее значимым диффузным (рассредоточенным) источникам загрязнения биогенными веществами российской части водосбора Чудско-Псковского озера относятся:

- диффузный вынос поверхностными водотоками с сельхозугодий, который зависит от норм и способов внесения минеральных и органических удобрений, размеров посевных площадей, а также способов и культуры земледелия;

- неорганизованный загрязненный сток с животноводческих ферм и других сельскохозяйственных предприятий.

Оценка биогенной нагрузки от диффузных сельскохозяйственных источников загрязнения

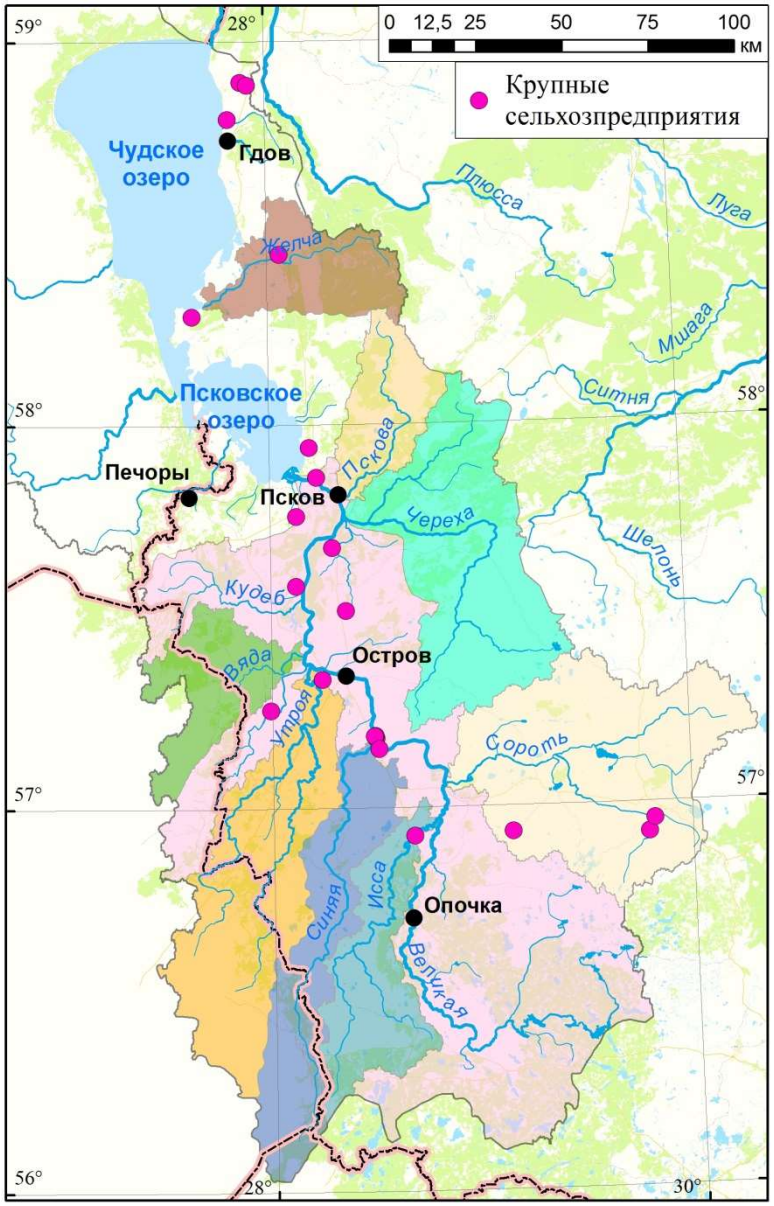


Изменение площади сельхозугодий на водосборе Чудско-Псковского озера

На территории водосборного бассейна сосредоточено около 70% всех сельхозугодий Псковской области, из которых 137,2 тыс. га активно используются для производства сельхозпродукции. Земли сельхозугодий Псковской области представлены дерново-подзолистыми почвами, местами супесчаные и торфянистые, по структуре преимущественно легкие, что ведет к высокой вымываемости биогенных элементов.

Отмечается ухудшение плодородия сельскохозяйственных земель вследствие того, что внедрение интенсивных технологий не сопровождается восполнением плодородия почв за счет агротехнических мероприятий и использования достаточных объемов органических и минеральных удобрений. В качестве органических удобрений используется только 35% от общего количества навоза и помета, что приводит к повышенной эмиссии питательных элементов в водную и воздушную среду.

Оценка биогенной нагрузки от диффузных сельскохозяйственных источников загрязнения



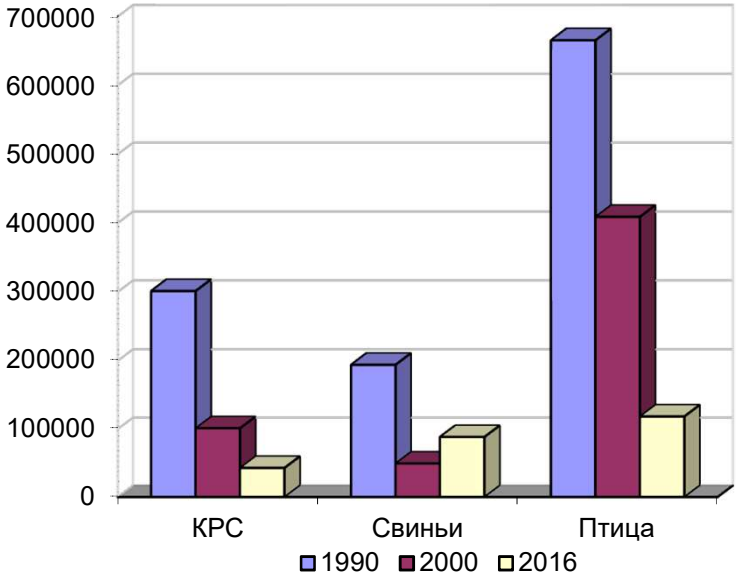
Всего на водосборе Чудско-Псковского озера функционирует около 150 крупных сельхозпредприятий, занимающихся животноводством и растениеводством.

Большая часть крупных животноводческих предприятий находится в водосборе р.Великая.

Фермы КРС преимущественно представлены средними фермами по 400-600 голов. Крупные свиноводческие предприятия расположены в двух муниципальных районах (Псковский и Островский).

Крупные птицефабрики отсутствуют.

Оценка биогенной нагрузки от диффузных сельскохозяйственных источников загрязнения

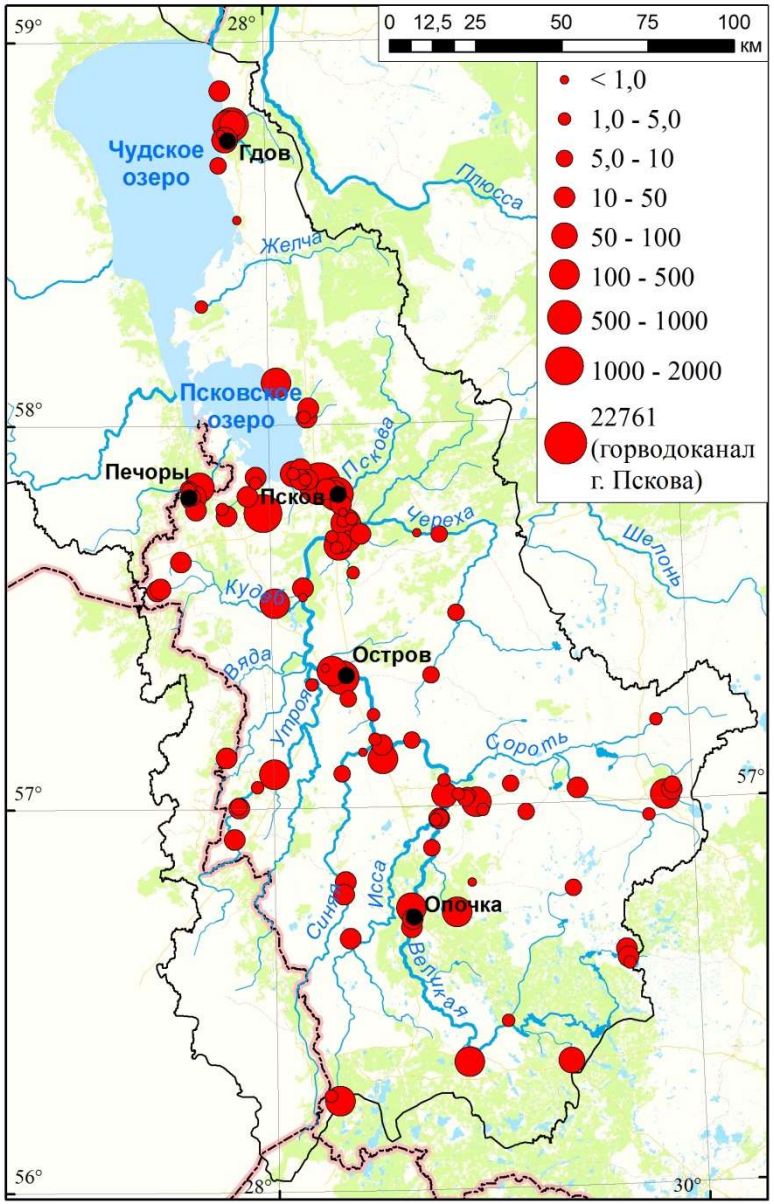


Поголовье животных и птицы в бассейне Чудско-Псковского озера

Одним из основных источников поступления биогенов в водные объекты являются органические удобрения, применяемые при производстве сельскохозяйственной продукции. Органические удобрения получают преимущественно из навоза крупного рогатого скота (КРС), свиней и помета птицы. Наибольшее количество сырья для органических удобрений образуется в виде навоза на фермах крупного рогатого скота.

Содержание биогенов в составе органических удобрений на основе навоза КРС в 2016 г. составило **5240 т азота и 38 т фосфора**. В навозе свиней и помете птицы содержание биогенов оценивается в 777 т азота и 0,15 т фосфора.

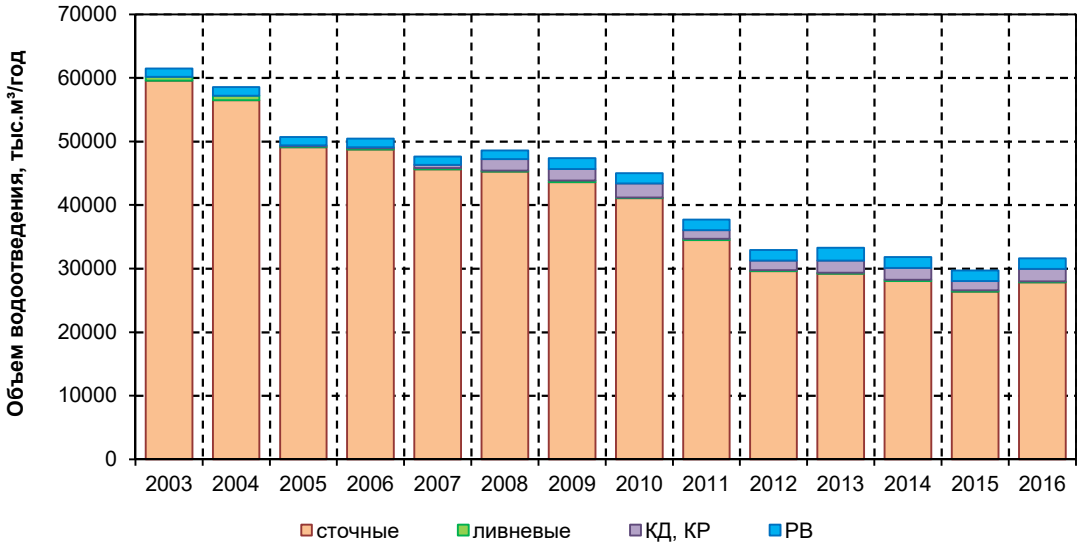
Анализ водохозяйственного использования водных ресурсов



Водоотведение сточных, ливневых, карьерных вод и сбросных вод с рыбоводных прудов в поверхностные водные объекты и на рельеф на территории Псковской области в пределах бассейна Чудско-Псковского озера в 2016 г. осуществляли 86 предприятий через 130 водовыпусков.

В пределах водосбора на долю 6 основных предприятий, осуществляющих сброс сточных вод (в том числе и условно чистых) в объемах, превышающих 500 тыс.м^3/год, приходится 90% от общего объема отведенных сточных вод. Основные объемы сброшенных сточных вод приходятся на предприятия коммунально-бытовой отрасли, добычи полезных ископаемых, рыбоводные хозяйства. Доля сбросных сточных вод «Горводоканала» г. Пскова составляет 74% от всех сбрасываемых вод.

Анализ водохозяйственного использования водных ресурсов

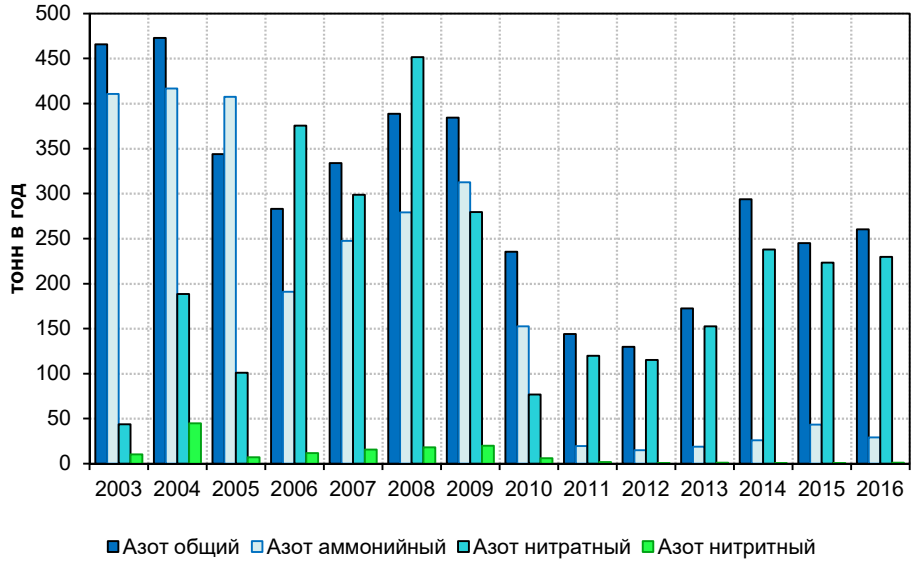


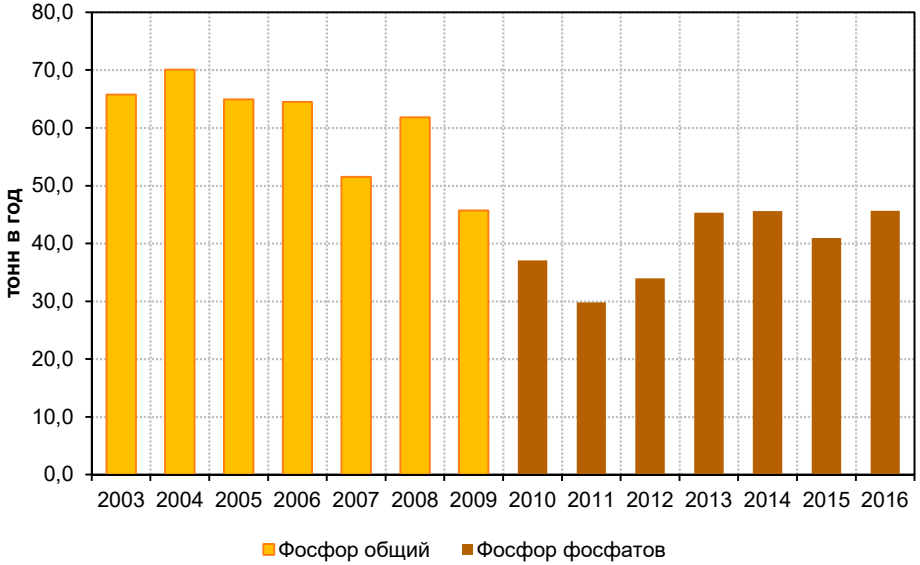
Общий объем воды, сброшенной предприятиями в водные объекты бассейна Чудско-Псковского озера на территории РФ в 2016 г., составил 31,6 млн.м^3, из них около 88% - сточных вод, 6,1% - карьерных, 5,3% - сбросных с рыбоводных прудов и около 0,5% - ливневых вод.

В период с 2003 по 2016 гг. объем водоотведения снизился на 29,9 млн. м^3 (48,6%), в основном за счет снижения объема сточных вод «Горводоканала» г. Пскова. В последние 5 лет объем водоотведения в бассейне Чудско-Псковского озера стабилизировался на уровне 30 млн. м^3 в год.

В 2016 г. без очистки сбрасывалось всего 2% воды (0,65 млн.м^3/год). Доля нормативно чистых вод увеличилась до 11,5% (3,63 млн.м^3/год). Таким образом, наблюдается улучшение ситуации с поступлением сбросных вод от точечных источников (их объемов).

Оценка биогенной нагрузки от точечных источников загрязнения на российской стороне





Поступление биогенных веществ со сбросами предприятий в бассейне оз.Чудско-Псковское в 2003-2016 гг.

Отчетность о сбросе загрязняющих биогенных веществ в бассейне Чудско-Псковского озера в 2016г. представили 45 предприятий по 67 водовыпускам.

За период с 2003 по 2016 гг. поступление общего азота снизилось с 466 т в 2003 г. до 260 т в 2016 г.

Поступление фосфора общего со сбросами предприятий в 2003-2009 гг. уменьшилось на 35% и составляло 45,7 т. Однако с 2010 г., когда предприятия стали отчитываться по сбросу фосфора фосфатов, их поступление увеличилось с 29,8 до 45,6 т.

Биогенная нагрузка на Чудско-Псковское озеро с российской территории от точечных источников оценивается в среднем на уровне **297 т/год по азоту общему** (за 2003-2016 гг.) и **40 т/год по фосфору фосфатов** (за 2010-2016 гг.). **Наибольший удельный вес в объеме загрязнений по этим показателям принадлежит предприятиям жилищно-коммунального хозяйства (более 90%) - очистным сооружениям канализации городских и районных водоканалов**.

Распределение биогенной нагрузки между источниками загрязнения

Характеристики использования бассейна Чудско-Псковского озера

Показатели	Единицы измерения	Российская часть	Эстонская часть	Весь бассейн (без Латвии)
Площадь водосбора	км^2	25932 (64%)	14753	40685
Численность населения, 2016 г.	тыс.чел	410 (55%)	320-340	730-750
Водозабор, 2014 г.	млн.м^3	35,22 (71%)	14,52	49,74
Сброс воды, 2014 г.	млн.м^3	29,96 (61%)	19,07	49,03
в т.ч. без очистки	млн.м^3	0,97 (3,2%)	0,44 (2,3%)	1,41
с очисткой	млн.м^3	25,44 (84,9%)	17,64 (92,5%)	43,08
не требующие очистки	млн.м^3	3,55 (11,8%)	0,99 (5,2%)	4,54
Биогенная нагрузка от точечных источников, 2014 г.				
Фосфор валовый	т	53,3 (83%)	10,6	64,0
Азот валовый	т	294 (62%)	184	477

Со сточными коммунальными водами г. Пскова поступает 55% (262 т) от всей точечной нагрузки в бассейне Чудско-Псковского озера по азоту валовому (общему) и 74% (48 т) по фосфору валовому. Для сравнения нагрузка от очистных сооружений г.Тарту (около 100 тыс. жителей) оценивается в 80 т по азоту валовому и 3 т по фосфору валовому, что составляет 17% и 5% соответственно. **Необходима дальнейшая реконструкция очистных сооружений г. Пскова для достижения удовлетворительных результатов по очистке сточных бытовых вод от биогенных элементов, в особенности от фосфора.**

Исходные данные

Важно отметить, что недостаточно хорошее качество данных мониторинга на российской стороне (их несогласованность по составу наблюдаемых и контролируемых биогенных элементов) значительно снижает точность выполненных оценок.

Для функционирования водных экосистем наиболее важными являются валовые формы азота и фосфора, включающие как растворенные, так и осажденные на взвесях минеральные и органические формы. На сети Росгидромета наблюдения за валовым азотом на акватории Чудско-Псковского озера и в замыкающих створах притоков начали проводиться только в последние годы.

В данных предприятий по сбросу загрязняющих веществ, предоставляемых согласно существующим формам статистической отчетности, отсутствует не только валовый азот, но также и общий и валовый фосфор. Все это затрудняет анализ данных о поступлении биогенных веществ и их распространении в водных экосистемах.

Заключение

- Удельная фосфорная нагрузка на обоих частях водосбора практически одинакова и составляет 0,106-0,108 кг/га. Удельная азотная нагрузка на российской части водосбора почти в 2 раза меньше, чем на эстонской части (2,49 и 4,87 кг/га соответственно).
- Доля природной составляющей в биогенной нагрузке достаточно велика и составляет для азота 35-45%, для фосфора 36-67%.
- В антропогенной биогенной нагрузке основным является диффузный сток от сельскохозяйственных источников, включая диффузный вынос поверхностными водотоками с сельхозугодий и неорганизованный загрязненный сток с сельхозпредприятий.
- В 2016 г. доля точечных источников загрязнения на российской стороне в нагрузке фосфором оценивалась в 19%, азотом – 4,5%. На эстонской стороне за период 2011-2015 гг. доля точечных источников в общей нагрузке фосфором составляла 8,1%, азотом – 2,6%.
- Наибольший удельный вес (более 90%) в объеме загрязнений от точечных источников на российской стороне принадлежит предприятиям жилищно-коммунального хозяйства - очистным сооружениям канализации городских и районных водоканалов.
- Необходима дальнейшая реконструкция очистных сооружений г. Пскова для достижения удовлетворительных результатов по очистке сточных бытовых вод от биогенных элементов, в особенности от фосфора.