

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Географический факультет

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ
В НОВОМ СТОЛЕТИИ**

ВЫП. 4

**МИНСК
БГУ
2010**

УДК 551.583.(063.476)
ББК 26.237я43
Р37

Р е ц е н з е н т:

доктор географических наук, профессор *В.Б. Кадацкий*

Региональная физическая география в новом столетии / Мн.: БГУ, вып. 4. 2010.
668 с.

Сборник работ посвящен новым научным и учебным разработкам сотрудников кафедры физической географии материков и океанов и методики преподавания географии географического факультета Белорусского государственного университета. Работа включает разделы по региональной физической географии, стратиграфии и эволюционной географии, биогеографии, топонимике, методике преподавания. Методические аспекты вузовского и школьного образования, а также научные исследования плейстоцена и голоцена представляют собой направления, которые ведутся сотрудниками этой кафедры на основе различных методов.

Работа рекомендуется преподавателям географических дисциплин высших учебных заведений, ученым в области физической географии, эволюционной географии, стратиграфии, специалистам геологических учреждений, ведущим широкомасштабную геологическую съемку.

Рис. 496. Табл.: 63. Библиогр.: 525 названий.

Печатается по решению

Ученого совета географического факультета
Белорусского государственного университета

ISBN 985–445–515–7

© Коллектив авторов, 2010

© БГУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ I. РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ	
Еловичева Я.К. Информация о результатах завершённой НИР кафедры физической географии материков и океанов и методики преподавания географии за 2005–2009 гг.	7
Козлов Е.А., Ромашевская О.О. Ритмы осадконакопления и естественная эволюция озерно-болотных и озерно-речных систем Беларуси в поозерском позднеледниковье и голоцене: индикация обратимости.....	9
Козлов Е.А. Обобщение данных о седиментации в поозерском позднеледниковье и голоцене на территории Беларуси и оценка их связи со стадиями сукцессий растительности.....	16
Лавринович М.В., Загуменникова Н.И. Влияние стационарных источников загрязнения на состояние природной среды Партизанского района города Минска.....	29
Лавринович М.В., Погорельская С.А. Влияние промышленных предприятий города Жодино на состояние природной среды.....	52
Козлов Е.А., Козлова В.А. Региональная обеспеченность научными стационарами (в свете белорусско-российского Антарктического проекта).....	73
Козлов Е.А. Белорусский географ и исследователь Сибири Бенедикт Дыбовский	79
Маслова О.И., Козлов Е.А., Кольмакова Е.Г. Географо-гидрохимические типы водотоков бассейна Западной Двины	84
Маслова О.И., Козлов Е.А., Кольмакова Е.Г. Особенности выноса биогенных веществ реками бассейна Западной Двины.....	90
РАЗДЕЛ II. СТРАТИГРАФИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ	
Иванов Д.Л. Малакофауна позднего плейстоцена–голоцена Беларуси.....	102
Еловичева Я.К., Локтина В.А. Палинологическая обеспеченность в изучении отложений александрийского межледниковья на территории Беларуси.....	119
Писарчук Н.М. Ископаемая флора муравинского межледниковья как индикатор палеоклимата Беларуси.....	160
Махнач В.В., Еловичева Я.К. Глобальные изменения климата Земли за геологическую историю – от архея до наших дней.....	179
Еловичева Я.К., Французова В.С. Миграция перигляциальной палинофлоры плейстоцена на территории Беларуси.....	209
Писарчук Н.М. Применение информационных технологий при создании, хранении, обработке и совершенствовании палинологической базы данных Беларуси	234
Мотузко А.Н., Васильев С.Ю., Вашков А.А., Еленский Ю.Н., Кравченко Е.Н. Геолого-геоморфологическое строение склонов и древних логов на территории Дербинского археологического района.....	247
Мотузко А.Н. Микротериофауна Дербинского археологического района.....	276
Логачев И.А. Ключ к определению табулятоморфа (<i>Tabulatomorpha</i>), хететоидей (<i>Chaetetoidea</i>) и гелиолитоидей (<i>Heliolitoidea</i>).....	296
Махнач В.В. Схема биостратиграфии келловоя и Оксфорда Беларуси.....	304
Махнач В.В. О картографировании палеоареалов.....	320
РАЗДЕЛ III. БИОГЕОГРАФИЯ	
Лавринович М.В., Митрахович П.А. Фаунистическое деление суши. Царство Арктогея. Палеарктическое подцарство	339
Лавринович М.В., Митрахович П.А. Фаунистическое деление суши. Царство Арктогея. Неарктическое подцарство.....	364

Лавринович М.В., Митрахович П.А. Фаунистическое деление суши. Царство Палеогей.....	386
Лавринович М.В., Митрахович П.А. Фаунистическое деление суши. Царство Нотогей	409
Лавринович М.В., Митрахович П.А. Фаунистическое деление суши. Царство Неогей.....	422
Колтун Л.В., Мельничек Д., Румачик Д.Г., Реут Е.Г., Ковалевский А.Н. Флора Австралийского царства.....	447
Колтун Л.В., Хомич Н.Г., Федосенок Н.Н. Флора Палеотропического царства...	461
Колтун Л.В., Матюхин А.Н., Козловский Н.С., Даткевич А.Н., Гулевский Ю.Г. Флора Неотропического царства.....	499
Колтун Л.В., Никулин Д.А., Мирончик П.В. Пряные и ароматические растения Индокитая.....	519
Колтун Л.В., Андреева Е.С., Бенедиктович К.В., Кривицкая О.В. Флористическое разнообразие Центрального ботанического сада Национальной Академии Наук Беларуси.....	535
Козлов Е.А. Мониторинг термического режима оз. Лукомльское в летне-осенний сезон 2009 года.....	558
Яротов Е.А., Давидович Е.Н. Системы экологических сертификатов ОАО «Керамин» г. Минска.....	567

РАЗДЕЛ IV. ТОПОНИМИКА

Баркун А.А. Изменение природных комплексов Минской области по данным агротопонимии.....	576
--	-----

РАЗДЕЛ V. МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВУЗОВСКОГО И ШКОЛЬНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ермолович М.М. Деонтологическая культура как компонент образования.....	586
Еловичева Я.К., Ермолович М.М., Козлов Е.А., Колтун Л.В., Кольмакова Е.Г. Вопросы современного вузовского географического образования.....	591
Козлов Е.А., Ермолович М.М. Рефлексия как компонент образования на географическом факультете БГУ.....	632
Козлов Е.А., Ромашевская О.О., Липская В.Г., Присяжнюк Е.А. Формирование предметных взаимосвязей как показателя качества географического образования в средней школе.....	640
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	663
СОДЕРЖАНИЕ	664
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	666

Маслова О. И., Козлов Е. А., Кольмакова Е. Г.
ОСОБЕННОСТИ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ
РЕКАМИ БАСЕЙНА ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ

Ионный сток является важным показателем освоенности водосбора. При анализе его динамики можно определить степень зависимости удельного выноса веществ от сельскохозяйственной нагрузки на бассейн реки Западная Двина. Дополнительное внесение человеком в агроландшафты Западно-Двинского бассейна биогенных компонентов способствует усилению их выноса с поверхностной и подземной составляющей стока. Результатом сельскохозяйственного освоения становится мелиорация земель, которая стимулирует денудацию и рост поступления биогенных элементов, неизменно попадающих в реки [3]. Аграрное и селитебное освоение территории приводит к изменению долей поверхностного и подземного стока. С пахотных земель подземный сток сокращается на 15-40 %, а с селитебных территорий — на 35-60 % при общем увеличении объема и амплитуды поверхностного стока.

Сток с сельскохозяйственных земель не контролируется и может быть рассмотрен как диффузный, а сбросы вод животноводческих комплексов частично подвергаются очистке, и потому рассмотрены нами как точечные. Большинство принимающих водотоков, длиной 10-15 км и площадью водосбора 12-28 км² считаются малыми [8]. При оценке выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий следует иметь в виду, что основная их часть поступает в составе склонового стока с площадей, непосредственно примыкающих к руслам водотоков, что связано с тяготением сельскохозяйственного производства и поселений к речным долинам [7].

Использование удобрений на полях и их смыв, наряду со сбросом нормативно-чистых вод ЖКХ, особенно в малых городах, приводят к постепенной смене

естественного гидрохимического фона в пределах гидрокарбонатно-кальциевого класса вод. Для оценки уровня этих изменений и факторов динамики удельного биогенного выноса помимо водности рек, концентрации химических веществ, распаханности территорий были привлечены данные о внесении удобрений, поголовье скота и птицы в пересчете на кормовые единицы, плотности сельских жителей, доле осушенных земель. Данные о внесении минеральных удобрений и плотности условных голов скота были переведены в удельные единицы в расчете на 1 км² площади водосбора, а плотность сельского населения рассчитывалась на 1 км² пашни в пределах водосбора.

Расчет валового выноса вещества осуществлялся для каждого года с использованием среднегодовых показателей концентраций по данным ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга» и расходов воды по данным ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» [2]. Наиболее удобной формой представления результатов расчетов выступает не валовой вынос биогенных веществ с речным стоком, а величина выноса с единицы площади, или модуль (показатель) химического стока рек (т/ кв км в год), характеризующий удельный вынос биогенных элементов и соединений (табл. 1). Для оценки расчетных данных были применены факторный анализ и кластерный анализ параметров условий формирования удельного выноса и группировки водосборов.

Таблица 1

Среднегодовой вынос биогенных веществ притоками Западной Двины в пределах Беларуси, кг/км² [рассчитана авторами по данным 2]

Биогенные вещества Водосбор	Азот аммонийн ый	Азот нитратный	Фосфор общий	азот общий фосфор общий	азот нитратный азот аммонийный
р. Витьба*	84,4	61,1	20,3	7,17:1	0,7:1
р. Ушача*	128,8	88,6	17,7	12,28:1	1,5:1
р. Дрисса*	131,1	82,6	17,5	12,21:1	1,6:1
р. Улла**	47,7	55,0	19,1	5,38:1	0,9:1
р. Оболь **	80,6	102,9	20,5	8,95:1	0,8:1
р. Дисна **	93,6	70,3	14,6	11,23:1	1,3:1
р. Полота *	162,9	84,3	23,4	10,56:1	1,9:1
Норма, ПДК	115,8	92,9	44,0	5,0:1	9,0:1

* – данные по рекам, впадающим в Западную Двину в городской черте, даны по створу ниже города

** – данные для всего бассейна рассчитаны методом экстраполяции.

В динамике удельного выноса биогенных веществ наблюдается две тенденции. Первая прослеживается для створов г. Витебск, г. Чашники и г. Оболь. Тенденция характеризуется неустойчивым снижением удельного выноса суммы биогенов с 2001 по 2005 гг. с трендом к его стабилизации. Вторая тенденция отмечается для всех показателей в створах г. Верхнедвинск и г. Полоцк. Ей свойственно неустойчивое снижение удельного выноса суммы биогенов до 2003 года, с последующим трендом к увеличению. Колебание биогенного выноса составляет $69,2 \pm 44,3$ кг/км² в год (рис. 1). В колебаниях удельного выноса биогенных веществ наблюдается ряд сопоставимых экстремумов: азот аммонийный имеет максимальный среднегодовой вынос по всем створам в 2001 году. Наибольший вынос относится к 2004 году в створе р. Полота – г. Полоцк (214,2 кг/км²), а наименьший зафиксирован в 2001 году и составил 119,9 кг/км². Следует отметить, что значение природного регионального фона выноса азота общего рекам Беларуси составляет $1,55 \times 10^{-3}$ кг/м³, в том числе азота аммонийного $0,46 \times 10^{-3}$ кг/м³, азота нитратного $1,09 \times 10^{-3}$ кг/ м³ [6].

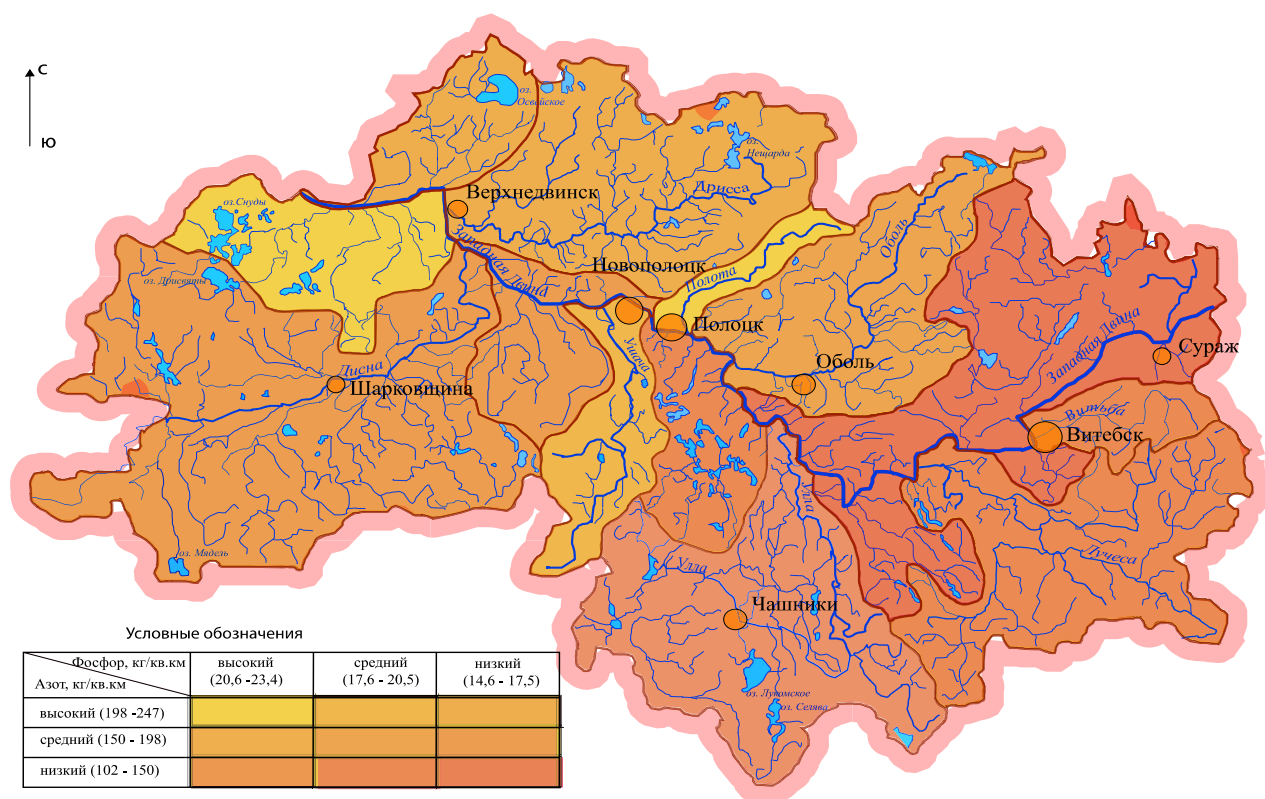


Рис. 1 Удельный вынос биогенных элементов с водосборов притоков Западной Двины
[составлена авторами по расчетным данным 2, 4]

Изменение удельного выноса азота нитратного представлено четкой тенденцией по всему водосбору: с 2001 по 2003 гг. – устойчивый рост, к 2005 году резкое снижение (рис. 1). Удельный вынос азота нитратного в 2003 году составил 83,5 кг/км² в створе р. Улла г. Чашники выше города, а разница между максимальным и минимальным значениями в 2003 году – 18,54 кг/км². В створах, расположенных выше и ниже г. Полоцка, максимум наблюдается в 2003 году выше города, а минимум – в 2001 году выше города (рис. 2). После поступления максимального количества азота нитратного в 2003 году (133,7 кг/км²), в 2004 и 2005 гг. наблюдается стабильное уменьшение показателю (77,7 кг/км² и 73,7 кг/км² соответственно). Увеличение выноса неустойчивого в природных водах соединения свидетельствует об изменении естественного гидрохимического фона и может быть вызвано ухудшением условий разложения органики, а также снижением притока вод.

Удельный вынос фосфора достигает максимума в 2003 году (38,8 кг/км²). В створах ниже г. Полоцка и г. Новополюцка пиков не наблюдается: идет постепенное увеличение удельного выноса с 20 до 34 кг/км². Величина удельного выноса фосфора общего в период за 2001 – 2005 гг. возрастает вниз по магистральной реке, достигая в 2001 году в створе ниже г. Витебска значения 16,1 кг/км². Однако в 2002 году в этом створе, и как на всех створах магистральной реки, наблюдается минимум (6,2 кг/км²). С 2001 по 2003 гг. в этом створе значения возрастают. В 2003 году характерен максимальный удельный вынос фосфора на всех створах магистральной реки, впоследствии значения уменьшаются (рис. 2). Створ г. Витебск может служить моделью для анализа динамики выноса фосфора.

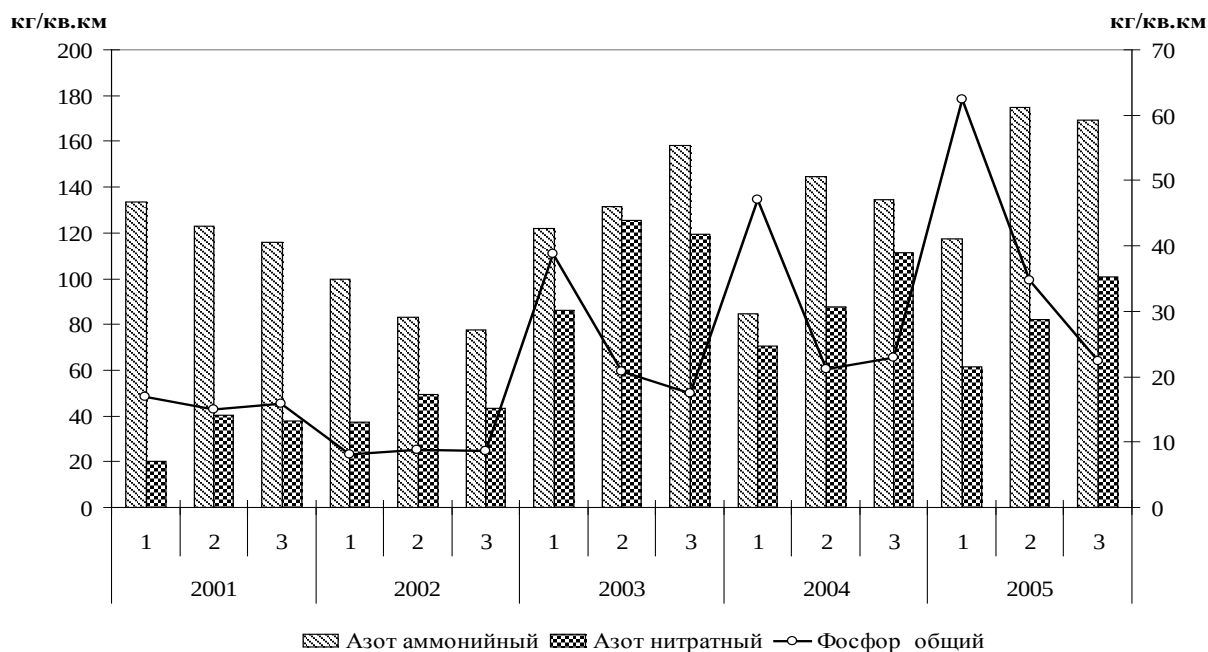


Рис. 2 Динамика удельного выноса биогенных веществ по длине магистральной реки Западной Двина [рассчитано и составлено авторами по данным 2, 4]
 Условные обозначения (створы):
 1 - р. Западная Двина г. Сураж, 2 - р. Западная Двина г. Полоцк, 3 - р. Западная Двина г. Верхнедвинск

Степень освоенности водосборов выносит на состав выносимых биогенных элементов (табл. 2). Водосборы рек Улла, Дисна, Полота и Дрисса наиболее мелиорированы (35-40 %), что и определяет специфику выноса биогенов [1]. Водосборы рек Витьба, Ушача, Оболь, Лучеса и Друйка слабо мелиорированы (25-30 %), что свидетельствует о приоритетной роли иного источника поступления биогенов.

Таблица 2

Сельскохозяйственная нагрузка на бассейны притоков Западной Двины в пределах Беларуси [составлена авторами по данным 5]

Бассейн реки	Плотность сельских жителей, чел/км ² *	Плотность скота усл. голов/км ²	Доля осушенных земель, %	Внесение минеральных удобрений, т/км ²
Витьба	17	20	29	3,8
Ушача	16	17	26	2,3
Дрисса	9	11	36	2,5
Улла	18	23	38	4,2
Оболь	11	21	28	2,9
Дисна	17	23	37	4,3
Полота	12	9	36	2,0
Лучеса	14	21	26	3,1
Друйка	14	18	27	4,0
Западная Двина	14	19	31	3,3

* — на 1 км² пашни в пределах бассейна

Бассейн Западной Двины на территории Беларуси – регион интенсивного развития животноводства. На площади в 33 150 км² в настоящее время расположено 14 скотоводческих комплексов, 17 свиноводческих ферм и 5 крупных птицефабрик, в которых размещается более 57 тыс. голов крупного рогатого скота и 200 тыс. свиней, и 5,5 тыс. голов птицы (рис. 3). Степень влияния животноводческих ферм в полной мере отражается особенностями миграции азота аммонийного, вынос которого достигает 0,01-0,05 кг/сутки на одну условную голову скота.

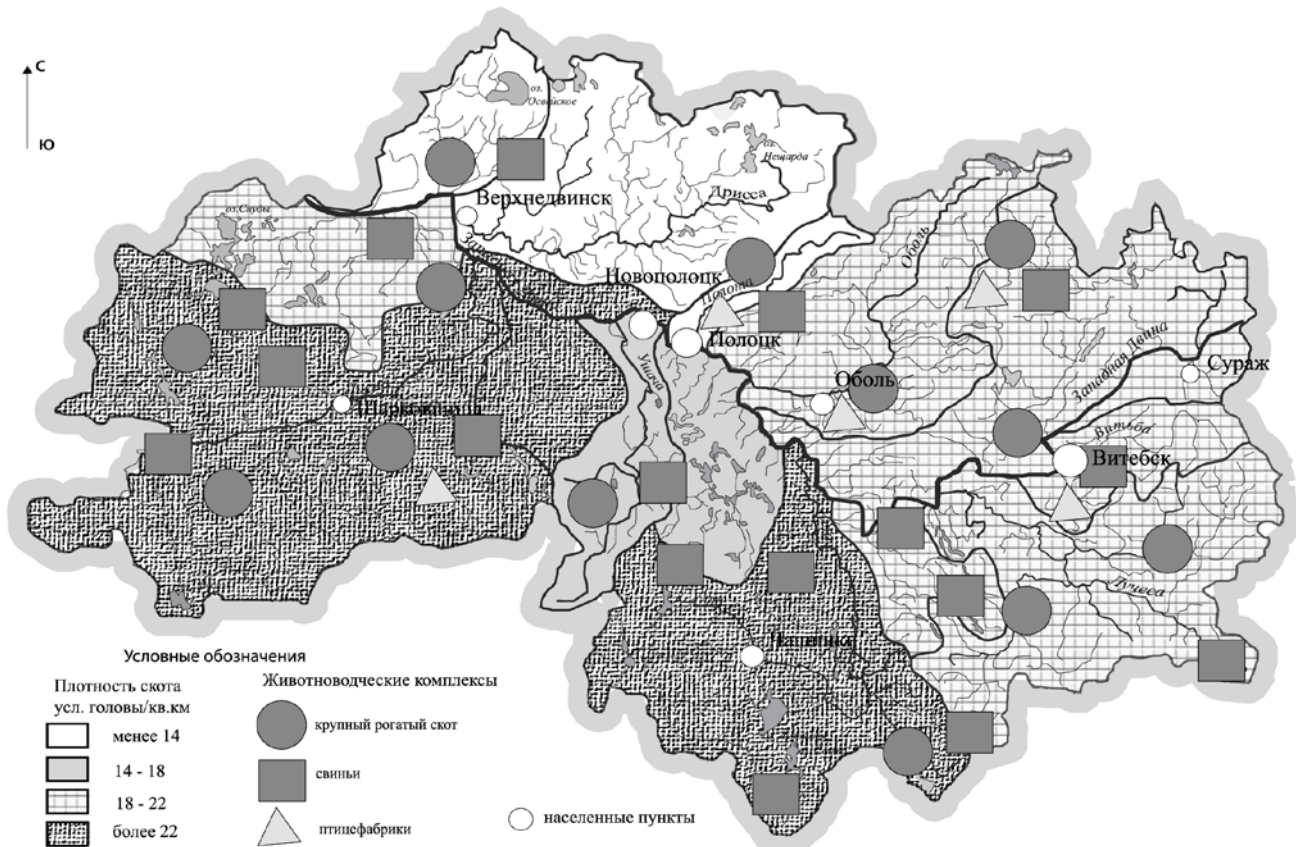


Рис. 3 Плотность скота и размещение животноводческих комплексов в бассейне Западной Двины [составлена авторами по данным 5]

Под влиянием хозяйственной деятельности значительно увеличивается водная миграция биогенных соединений (особенно азота и фосфора) из почв в водотоки. Интенсивная распашка земель на водосборах притоков Западной Двины способствует развитию эрозии на 23 % площади почв и 12 % площади пашни [1]. Свою роль сыграло сведение лесов. В настоящее время водосбор Западной Двины по лесистости можно разделить на две части. В восточной части водосбора (до г. Полоцк) леса располагаются в низовьях притоков, а в западной части – в верховьях. Реки, проходя через лесные массивы, питаются относительно более чистыми грунтовыми водами, что определяет различное поступление биогенных соединений в магистральную реку (рис. 4). В целом сельскохозяйственные земли тяготеют к речным долинам, что сказывается на изменении ионного состава грунтовых вод [6].

Вследствие различных направлений освоения бассейны притоков испытывают разную по интенсивности и происхождению биогенную нагрузку в верхнем и нижнем течении (превышение удельного выноса биогенов над природным фоном) (табл. 3). В верхнем течении Западной Двины значимым рассредоточенным источником является сток с животноводческих комплексов: основную нагрузку испытывают водосборы Уллы, Дисны, Витьбы, Оболи, Лучесы и Друйки (рис. 3). Они характеризуются довольно

интенсивным сельскохозяйственным освоением и значительным выносом неусвоенных удобрений с полей (рис. 4) [8].

Нормой удельного выноса азота к фосфору считается отношение примерно 5:1, что типично для р. Улла. С поверхностным стоком вымывается 0,01-2 % фосфора от вносимых удобрений и 0,3-10 % азота, в том числе азота аммонийного – 2-10 %, азота нитратного – 90-98 %. По расчётам авторов, с 1 га сельскохозяйственных земель в реки бассейна в среднем поступает 0,4-0,6 кг фосфора в год только за счет внесенных удобрений. Величина смыва фосфора слабо зависит от состава почво-грунтов и не превышает 44 кг/км² в год (табл. 1). С неочищенными и недостаточно очищенными бытовыми стоками в Западную Двину поступает 1,1–2,2 кг/год фосфора в расчете на 1 сельского жителя. Основные источники поступления в водотоки дополнительного количества фосфора – сточные воды и смыв с селитебных территорий.

Таблица 3

Характер использования водосборов притоков Западной Двины
[составлена авторами по 9]

Водосбор реки	Преобладающие природно-антропогенные комплексы*	
	класс	подкласс
Витьба	сельскохозяйственные	пахотные и лугово-пахотные
Ушача	сельскохозяйственные, лесные, рекреационные	пахотные, лесохозяйственные, лесо-водно-рекреационные
Дрисса	лесные, сельскохозяйственно-лесные	лесохозяйственные, лесоболотные, лесополевые, сенокосно-лесополевые
Улла	сельскохозяйственные, рекреационные	пахотные, пахотно-водно-рекреационные
Оболь	сельскохозяйственные,	пахотные, лугово-пахотные
Дисна	сельскохозяйственные, лесные, охраняемые	пахотные, лесохозяйственные, рекреационно-заповедные
Полота	лесные, сельскохозяйственные	лесохозяйственные, лесоболотные, пахотные
Лучеса	сельскохозяйственные, лесные	пахотные, лугово-пахотные, лесохозяйственные
Друйка	сельскохозяйственные, охраняемые	пахотные, рекреационно-заповедные

Незначительное отклонение от соотношения выноса биогенов наблюдается с водосборов рек Витьба, Оболь и Полота (от 7:1 до 10:1). Значительное изменение нормального соотношения компонентов ионного выноса типично для рек Ушача, Дрисса и Дисна (более 11:1).

Динамика внесения минеральных удобрений в бассейне р. Западная Двина за период 2001-2005 гг. с соответствующим пересчетом на объем вынесенного в речную сеть действующего вещества в соответствии с методикой представлена в таблице 2. Наибольшее внесение минеральных удобрений отмечено в бассейнах рек Дисна и Улла, наименьшее – р. Полота (рис. 4).

Западная часть водосбора реки Западная Двина занята преимущественно лесами, и здесь сельскохозяйственные или иные рассредоточенные источники загрязнения оказывающие доминирующее воздействие (табл. 3). В реках лесных районов содержание нитратов колеблется в пределах 0,001-0,003 кг/м³, а в сельскохозяйственных районах весной — в 10-20 раз больше (0,015-0,020 кг/м³) [6].

Анализ миграции биогенных веществ по длине магистральной реки позволяет выявить некоторые особенности формирования их стока на отдельных участках речного бассейна (рис. 2). Воды, дренирующие водосборы малых рек, обогащаются биогенными веществами преимущественно антропогенного происхождения [8]. Повышенные значения по биогенным веществам регистрируются в весеннее время, за счет поверхностного смыва внесенных удобрений. Водно-эрозионные процессы проявляются особенно весной в начале летнего периода при выпадении ливневых дождей [1]. Поступление азота

нитратного с осадками на территорию региона составляет 0,045-0,050 кг/км². В промышленных зонах атмосферные осадки обогащаются азотом в 2-5 раз в зависимости от технологических процессов промышленных предприятий [3].

С водосбора верхнего течения р. Западная Двина постоянно осуществляется повышенный вынос азота аммонийного, особенно в 2005 году в створе выше г. Полоцк. Максимальный показатель по азоту нитратному относится к участку в пределах г. Полоцк (2003 г.). Удельный вынос азота постепенно увеличивается вниз по течению магистральной реки за счет привноса биогенов с водами притоков (рис. 2). Характерно выравнивание удельного выноса в верхнем и нижнем течении реки на протяжении периода 2001 – 2005 гг.

Сельскохозяйственная нагрузка с высокой степенью плотности скота и внесения минеральных удобрений отмечена в бассейнах рек Витьба, Улла, Дисна и Друйка. Низкая нагрузка характерна для водосборов рек Дрисса и Полота (рис. 4).

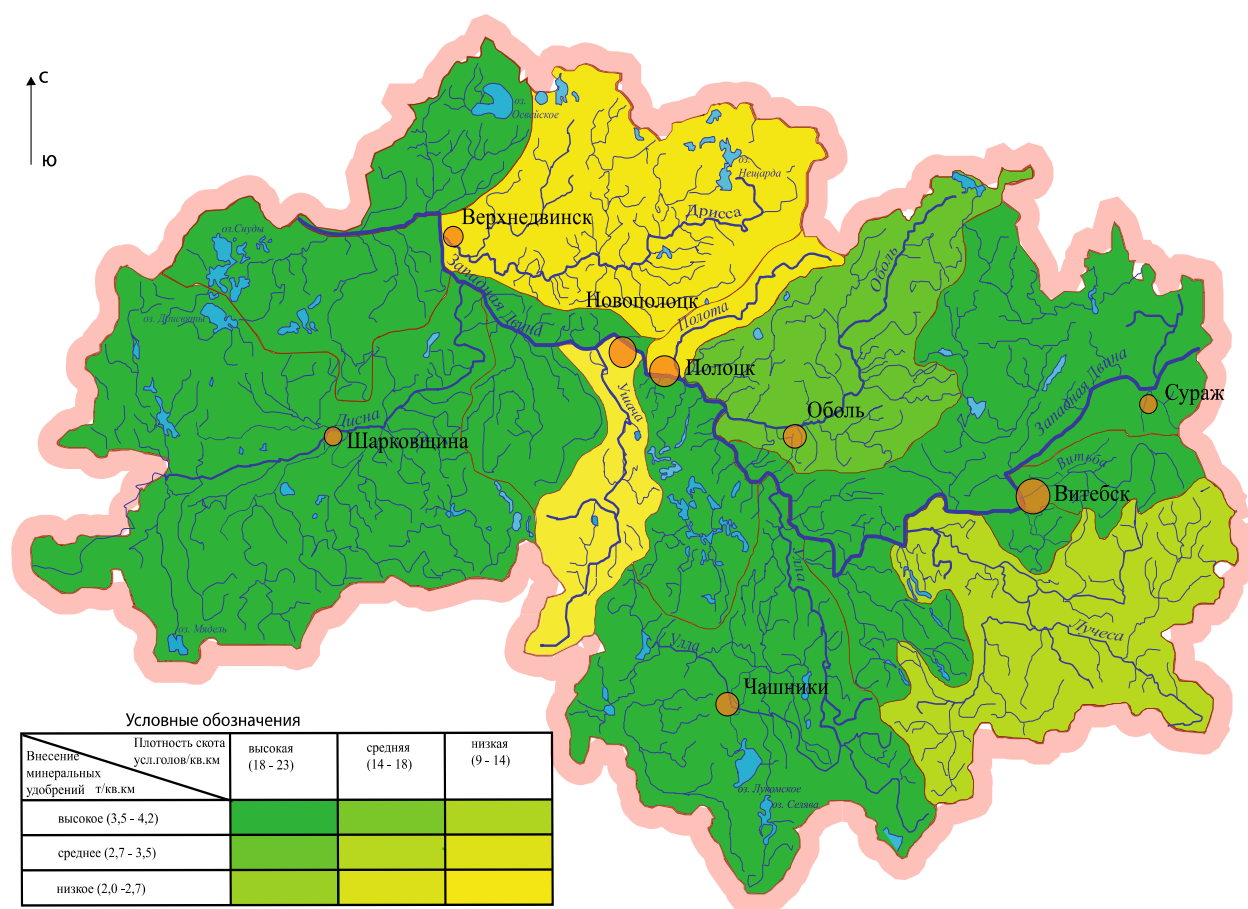


Рис 4. Сельскохозяйственная нагрузка на водосбор реки Западная Двина
[составлена авторами по данным 5]

Кластерный анализ характеристик позволил разделить водосборы бассейна Западной Двины на две группы. В первую группу вошли водосборы рек Полота, Дрисса и Ушача с меньшей освоенностью (наличие сельскохозяйственно-лесных ландшафтов) и сельскохозяйственной нагрузкой при относительно низком удельном выносе. Во вторую группу отнесены водосборы рек Дисна, Улла и Витьба для них характерны сельскохозяйственные и рекреационные, хорошо освоенные земли со значительной и средней сельскохозяйственной нагрузкой с повышенным удельным выносом. Характеристики водосбора реки Оболь не стабильны: в кластерном анализе по удельному выносу биогенных элементов рассматриваемая река относится ко второй группе, по сельскохозяйственной нагрузке – к первой, а по сумме параметров водосбор р. Оболь принадлежит к первой группе.

Таким образом, сельскохозяйственная нагрузка на реки бассейна Западной Двины имеет значительное влияние на вынос биогенных соединений и очень дифференцирована в зависимости от природных черт водосбора. Факторный анализ позволил оценить это влияние (табл. 4). Основным источником поступления всех рассматриваемых элементов является вынос неусвоенных минеральных удобрений. Не менее значимо и попадание неочищенных стоков животноводческих комплексов, определяющих на современном этапе поступление азота аммонийного и фосфора общего. Вынос азота нитратного в основном коррелирует со степенью интенсивности эксплуатации земель (плотность сельских жителей на пашни в пределах водосбора). Мелиоративное преобразование земель оказывает малое влияние на поступление биогенов в реки бассейна Западной Двины.

Таблица 4

Факторный анализ зависимости выноса биогенов речным стоком от уровня сельскохозяйственной нагрузки [составлена авторами по расчётам на основании данных 5]

	1	2	3	4	5
азот аммонийный	0,797	0,949	0,103	0,912	0,914
азот нитратный	0,870	0,815	0,248	0,962	0,831
фосфор общий	0,819	0,908	0,151	0,946	0,617
суммарный вынос биогенов	0,822	0,917	0,153	0,967	0,951

1 — среднее число сельских жителей на 1 км² пашни в пределах водосбора

2 — плотность скота (усл. головы/км²)

3 — доля осушенных земель, %

4 — внесение минеральных удобрений, т/км²

5 — совокупность факторов

Полученные данные свидетельствуют о серьезной трансформации структуры выноса биогенов речным стоком и освоенности водосборов как основного фактора формирования химического стока рек. Исходя из исследований целесообразно проведение следующих мероприятий, направленных на стабилизацию и улучшение ситуации с состоянием качества поверхностных вод в бассейне:

1. Минимизировать вынос фосфатов, так как для нормального функционирования речной системы этот показатель в реке не должен превышать 0,03 г/м³. В целях снижения нагрузки по фосфору путем регулирования его поступления в водоток, в частности, рекомендуется увеличить мощность очистных сооружений, использовать современные методы (например, относительно малозатратный способ – химическое осаждение фосфатов). Для снижения нагрузки по фосфору необходимо также предотвращение сброса неочищенных стоков в реки и жесткое регламентирование организованного сброса.

2. Ниже городов, сел и животноводческих комплексов на малых реках предусмотреть мероприятия по снижению поступления азота нитратного – создать пруды-поглотители и пруды отстойники, обязать собственников и администрацию проводить их регулярную очистку.

3. В целях снижения поступления биогенных элементов за счёт поверхностного смыва с сельскохозяйственных земель необходимо реализовать следующие меры:

- залужение и лесонасаждение в долинах рек, отказ от их сельскохозяйственного освоения с учетом крутизны склонов и расположения основных источников поступления азота и фосфора, регламентация пахотного и пастбищного освоения пойм;
- создание систем водопоглощающих (противоэрозионных) полос в местах наиболее интенсивного плоскостного смыва с прилегающей территории;
- отказ от истребления на мелководьях высшей водной растительности, активно поглощающей биогенные элементы;
- строительство в местах впадения малых рек и ручьев в основную реку биологических прудов, используя природные углубления, ямы и карьеры;

- уточнение, руководствуясь «Положением о порядке установления размеров и границ ВЗ и ПП водных объектов и режиме ведения в них хозяйственной деятельности» (утверждено Советом Министров РБ от 21.03.2006 г.), правила ведения хозяйственной деятельности на землях, которые находятся в пределах водоохранных зон и прибрежных полос;

- проведению мониторинг подтока загрязнений с животноводческих ферм и выгребных ям поселений в грунтовые воды, имеющие разгрузки в реки (родники);

- отказаться от сброса неочищенных вод прудовых рыбоводческих хозяйств в реки.

Вынос биогенных элементов при активном аграрно-селитебном освоении (диффузные источники) водосборов зависит от следующих факторов: площади и контурности угодий, вида освоения, плотности поголовья скота, характера рельефа, режима стока, водности года, состава удобрений и технологии их внесения, состава почвогрунтов и интенсивности эрозионных процессов, наличия и масштаба мелиоративной сети. Географо-гидрохимический тип речного водосбора определяется, во-первых, гидрохимическими показателями, которые представлены в виде валового и удельного выноса веществ [4], во-вторых, хозяйственной освоенностью водосбора, или степени преобразования естественных ландшафтов (по доле площади угодий), в-третьих, величиной и спецификой нагрузки (по удельным показателям). Для оценки современных изменений и характеристики особенностей стока биогенных веществ необходимы материалы, которые численно отражают динамику и нагрузку на бассейн реки.

Литература

1. Аношко В. С. и др. Рациональное природопользование Белорусского Поозерья / Аношко В. С., Бамбалов Н. Н., Козловская Л. В., Савицкий Б. П. – Мн.: ИГН АН Беларуси, 1993. – 202 с.
2. Кольмакова Е. Г., Маслова О. И. Динамика трансграничного переноса загрязняющих веществ в бассейне Западной Двины // Вестн. БГУ. Сер. 2. Химия, Биология, География. – 2008. – № 2. – с. 97-100.
3. Кольмакова Е. Г. Антропогенная составляющая ионного и биогенного стока рек бассейна Немана // Природные ресурсы. – 2004. – №4. – с. 32-40.
4. Маслова О. И., Кольмакова Е. Г., Козлов Е. А. Географо-гидрохимические типы водотоков бассейна Западной Двины // Вестн. БГУ. Сер. 2. Химия, Биология, География. – 2009. – №2. (в печати).
5. Национальный Атлас Беларуси // Под ред. Мясниковича М. В. – Мн: Белкартография, 2002 – с. 107-110, 209, 210,
6. Оношко М. П. Азот и его минеральные формы в ландшафтах Беларуси. – Мн.: Наука и техника, 1990. – 174 с.
7. Пирожник И.И., Антипова Е.А. Регионализация сельского расселения Беларуси под влиянием природно-ландшафтных факторов / Материалы IV Международной научной конференции «Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии», 14-17 октября 2008 г. г. Минск. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2008. – с.34-39
8. Романов В. П. Оценка поступления биогенных веществ из рассеянных источников // Материалы III международного водного форума «Международное сотрудничество в ранге водно-экологических проблем» 2-3 октября 2008 г. г. Минск / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ. – Мн: Минсктип Проект, 2008. – с. 102-104.
9. Структура географической среды и ландшафтное разнообразие Беларуси / Ред. Пирожника И. И., Марцинкевич Г. И. – Мн.: БГУ, 2006. – 194 с.