

УДК 556.5:628.543

РОЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КАМЫ В ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

© 2012 г. Е.В. Федорова, Л.А. Щипачева, О.П. Карпунина,
Н.С. Максимчук

*ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования
и охраны водных ресурсов», г. Екатеринбург*

Ключевые слова: нагрузка на водосбор от сельскохозяйственной деятельности, вынос с полей и животноводческих комплексов биогенных элементов, мероприятия по снижению негативного влияния стока с водосбора.



Е.В. Федорова



Л.А. Щипачева



О.П. Карпунина



Н.С. Максимчук

На примере бассейна р. Камы рассмотрены вопросы определения биогенной нагрузки на водотоки от сельскохозяйственной деятельности, в том числе вынос азота и фосфора с сельскохозяйственных угодий, а также аккумуляция данных элементов на водосборе в результате развития животноводства. Предложены мероприятия по снижению данного вида нагрузки на водотоки.

Сельскохозяйственная деятельность на водосборах рек часто оказывает негативное влияние на качество поверхностных вод. Оно проявляется в повышенном выносе в водные объекты с полей, ферм, сельских населенных

Водное хозяйство России № 1, 2012

Водное хозяйство России

пунктов биогенных веществ (N, P, K), органики, взвешенных веществ, пестицидов, приводящем в ряде случаев к превышению значений предельно-допустимой концентрации (ПДК). Ситуация обостряется вблизи мест сброса хозяйственных сточных вод или сточных вод предприятий, имеющих схожий спектр приоритетных загрязняющих веществ. Оценка вклада каждого из источников загрязняющих веществ в формирование качества вод на определенном участке водотока позволяет более обосновано подойти к назначению комплекса водоохраных мероприятий, в связи с чем, решение данной задачи приобретает особую важность.

В рамках разработки Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна р. Камы для ранжирования водохозяйственных участков (ВХУ) по напряженности экологической ситуации, связанной сельскохозяйственной деятельностью, а также источников загрязняющих веществ в пределах ВХУ была проведена численная оценка масс биогенных элементов, образующихся на водосборе в результате сельскохозяйственной деятельности. Расчеты выполнены для средних по количеству выпадающих осадков лет (50 % обеспеченности). В т. ч. были определены:

- нагруженность ВХУ сельскохозяйственными угодьями;
- годовая масса выноса биогенных элементов (N, P) с сельскохозяйственных угодий каждого ВХУ;
- годовое накопление биогенных элементов (N, P) на водосборе в результате функционирования животноводческих комплексов.

Также проведено сравнение масс минерального азота, поступающего в водные объекты в пределах ВХУ с сельскохозяйственных угодий, с массами его сброса со сточными водами предприятий.

Расчеты выполнены по водохозяйственным участкам, выделенным в пределах бассейна р. Камы в соответствии с водохозяйственным районированием Российской Федерации.

Вынос биогенных веществ с сельхозугодий

Масса биогенных веществ, поступающих со склоновым стоком в водотоки, зависит от типа почв, включенных в сельхозоборот, характера агрофона (многолетние травы, пропашные, густопокровные культуры), вида и количества внесенных удобрений.

В бассейне р. Камы сельскохозяйственные угодья расположены практически на всех зональных типах почв. Основные из них, это разновидности подзолистых и дерново-подзолистых почв (Пермский край, Кировская область), серые лесные почвы (юг Пермского края, Республики Удмуртии, северная часть Республики Башкортостан и Республики Татарстан, запад Свердловской области), разновидности черноземных почв (лесостепная и степная зоны Республики Башкортостан, Республики Татарстан, юг Киров-

Таблица 1. Нагруженность водохозяйственных участков сельхозугодьями

Номер ВХУ	Общая площадь ВХУ, км ²	Общая площадь сельскохозяйственных угодий, км ²	Доля сельскохозяйственных угодий в ВХУ, %
Река Кама до Куйбышевского водохранилища (без бассейнов рек Белой и Вятки)			
10.01.01.006	7900	2054	26,0
10.01.01.008	22 600	3269	14,5
10.01.01.009	31 133	2178	7,0
10.01.01.010	10 578	2609	24,7
10.01.01.011	6530	1955	29,9
10.01.01.012	8 510	5165	60,7
10.01.01.013	17 970	4229	23,5
10.01.01.014	11 612	3928	33,8
10.01.01.015	14 330	2818	19,7
Река Белая			
10.01.02.004	3663	1180	32,2
10.01.02.005	2950	1381	46,8
10.01.02.007	9 713	1815	18,7
10.01.02.010	15 000	1630	10,9
10.01.02.011	29 660	1909	6,4
10.01.02.012	5213	514	9,9
10.01.02.013	12 475	3039	24,4
10.01.02.014	6355	1585	24,9
10.01.02.015	8 200	2075	25,3
10.01.02.016	20 284	4462	22,0
Река Вятка			
10.01.03.001	20 400	5890	28,9
10.01.03.003	22 700	3289	14,5
10.01.03.004	30 710	5296	17,2
10.01.03.005	26 400	4732	17,9
10.01.03.006	4675	2064	44,1

ской области и юго-запад Свердловской области). Основная часть пахотных земель бассейна р. Камы сосредоточена в зоне распространения серых лесных и черноземных почв (табл. 1).

В пределах водосбора р. Камы наибольший процент земель используется в сельском хозяйстве на ВХУ 10.01.01.012 (р. Иж) – 60,7 % и ВХУ 10.01.01.014 (р. Кама – от Воткинского гидроузла до Нижнекамского гидроузла) – 33,8 %. Значительную нагрузку от сельскохозяйственной деятельности в бассейне р. Белой испытывает ВХУ 10.01.02.005 (р. Белая –

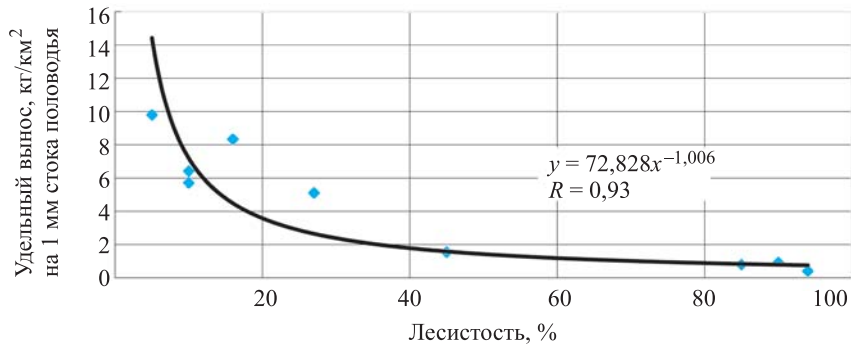


Рис. 1. Зависимость выноса нитратов стоком половодья от лесистости водосбора.

от г. Салават до г. Стерлитамак). Здесь в сельскохозяйственное использование вовлечено 46,8 % площади ВХУ. В бассейне р. Вятки наибольшая площадь сельскохозяйственных земель характерна для ВХУ 10.01.03.006 (р. Вятка – от г. Вятские Поляны до устья) – 44,1 %.

В основной земледельческой зоне бассейна р. Камы (Республики Башкортостан и Татарстан, юг Кировской области и Пермского края) из площади сельхозугодий в среднем 53 % отведено под пашни; 32 % – под пастбища; 16,0 % – сенокосы и 0,3 % угодий заняты многолетними насаждениями. В некоторых случаях доля пашни достигает 70–80 % от площади сельхозугодий на ВХУ (10.01.02.05, 10.01.03.006), что значительно превышает значения, рекомендуемые исходя из устойчивого функционирования агроландшафтов, включая и соблюдение удовлетворительного качества вод в водных объектах.

Влияние распаханности водосбора на качество вод отражено на графике, построенном для зоны наибольшего сельскохозяйственного использования земель Республики Башкортостан (рис. 1). Как следует из рисунка, вынос нитратов с сельскохозяйственных угодий резко возрастает при снижении лесистости водосбора до 50 %.

Информативным показателем для оценки негативного влияния сельскохозяйственной деятельности на качество поверхностных вод является значение выноса биогенных элементов с сельскохозяйственных угодий в водные объекты. Значения выноса определены в соответствии с методикой, разработанной Всесоюзным научно-исследовательским институтом земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗ и ЗПЭ) [1]. Установлено, что масса выноса биогенных элементов (азот и фосфор) пропорциональна слою стока и концентрации биогенных элементов в стоке:

$$P = 10^{-3}CW_{p\%}F, \quad (1)$$

где P – вынос биогенных элементов с жидким стоком за период весеннего половодья, кг;

C – средняя многолетняя концентрация биогенных веществ в стоке, мг/л;

$W_{p\%}$ – объем стока вероятностью превышения $p\%$, м³/год;

F – площадь, для которой производится расчет выноса биогенных веществ, га;

10^{-3} – коэффициент размерности.

В свою очередь концентрация биогенных элементов в стоке с любого агротехнического фона определяется содержанием подвижных форм биогенных веществ в пахотном слое и дозой внесенных удобрений. Расчет концентраций биогенных веществ в стоке проводился по формуле:

$$C = (a \times D_{\text{п}} + v \times D_{\text{у}}) \times K_{\text{а}}, \quad (2)$$

где C – концентрация биогенных веществ в стоке, мг/л;

a – параметр растворимости биогенных элементов в стоке, кг/л, показывает изменение концентрации биогенного элемента в стоке в мг/л при изменении содержания его в килограмме почвы на 1 мг;

$D_{\text{п}}$ – содержание подвижных форм биогенных элементов в пахотном слое, мг/кг воздушно-сухой почвы;

v – параметр перехода удобрений в сток, мг·га/л·кг, показывающий изменение концентраций биогенного элемента в стоке в мг/л при внесении на 1 га 1 кг действующих веществ минеральных или органических удобрений;

$D_{\text{у}}$ – доза минеральных и органических удобрений, т/га действующих веществ;

$K_{\text{а}}$ – коэффициент, характеризующий относительное влияние агротехнического фона на концентрацию биогенных веществ в стоке.

Средний многолетний сток за период весеннего половодья и дождевых паводков рассчитан в соответствии с зависимостями, приведенными в утвержденных методиках [2, 3]. Структура сельхозугодий и количество внесенных удобрений брались из справочников Госстат [4–10] за 2008 г. Для Республики Татарстан площади под различным видом сельхозугодий рассчитаны как средние значения за 5 лет (2004–2008 гг.).

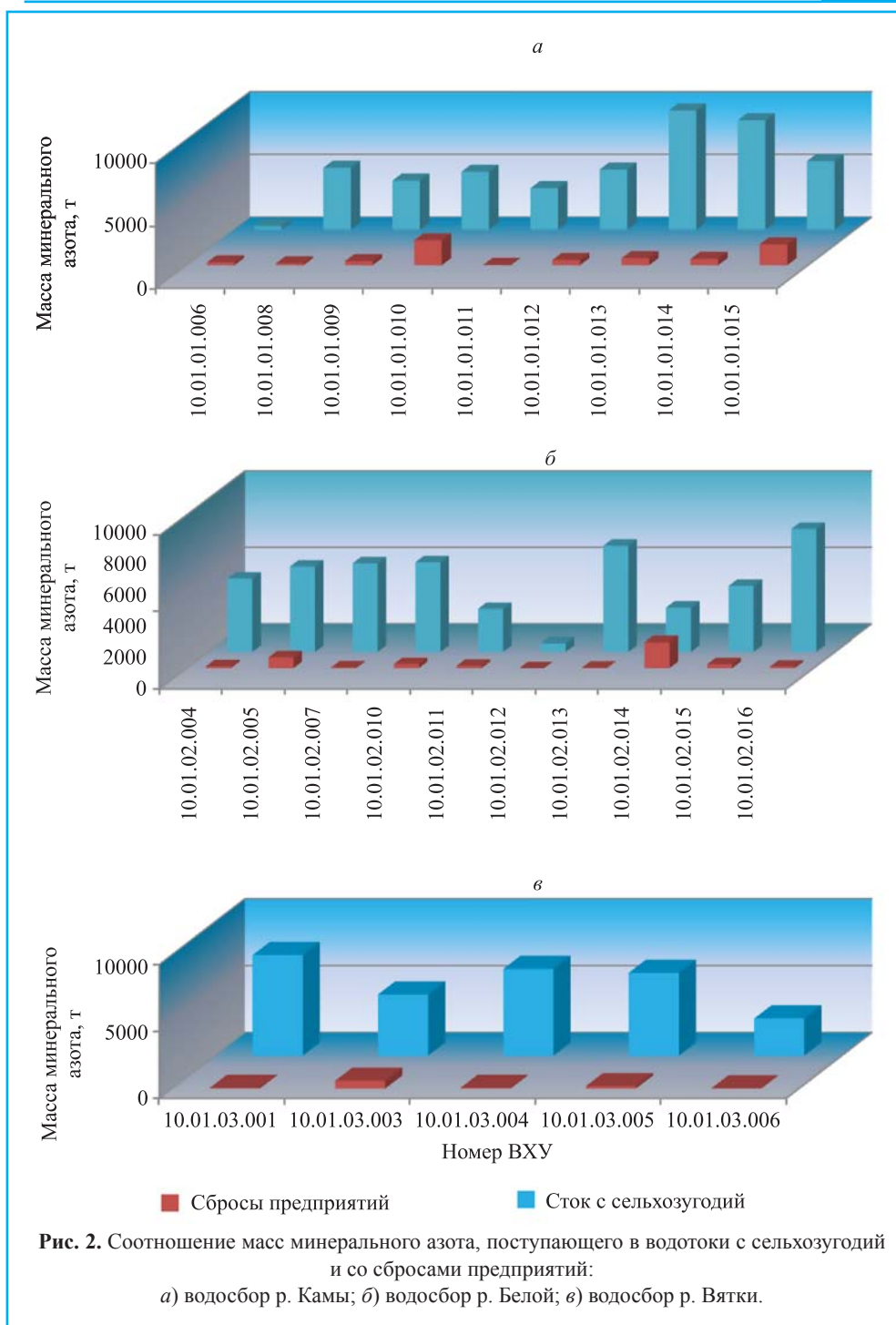
Расчеты показали, что вынос с сельхозугодий биогенных элементов азота и фосфора (N и P) достигает значительной величины, являясь для части водохозяйственных участков основным видом негативного воздействия на поверхностные воды. Наибольший годовой вынос N и P с сельхозугодий бассейна р. Камы наблюдается в пределах ВХУ 10.01.01.013 (р. Ик). Данный факт объясняется значительным сельскохозяйственным использованием земель в пределах ВХУ как на территории Башкортостана, так и Татарстана. Наименьший по массе вынос биогенных веществ получен для участ-

ка 10.01.01.006 (р. Чусовая – от г. Ревда до водопоста пгт Кын), отличающегося высокой лесистостью. В бассейне р. Белой наибольший годовой вынос азота наблюдается в пределах ВХУ 10.01.02.016 (р. Белая – от г. Уфа до г. Бирска) и ВХУ 10.01.03.013 (р. Дема – от истока до водопоста д. Бочкарева), наименьший – на ВХУ 10.01.02.010 (р. Ай).

Максимальную сельскохозяйственную нагрузку водосбор р. Вятки испытывает в его южной части (среднее течение и низовья реки). Наибольшее годовое поступление азота с сельхозугодий в поверхностные воды наблюдается на ВХУ 10.01.03.001 (р. Чепца), что является следствием существенного сельскохозяйственного использования левобережной части водосбора реки, а также значительной площадью самого участка. Второе место по величине выноса азота и фосфора занимает участок 10.01.03.005 (р. Вятка – от водопоста п. Аркуль до г. Вятские Поляны). Территория ВХУ находится в южной части Кировской области и, благодаря благоприятным климатическим и почвенным условиям, существенную его часть занимают земли сельскохозяйственного назначения. Незначительный вынос, несмотря на высокий процент распаханых земель, характерен для участка 10.01.03.006 (р. Вятка – от г. Вятские Поляны до устья), что связано с его небольшой площадью.

Проведенные расчеты позволили оценить соотношение масс биогенных элементов, поступающих в водотоки со склоновым стоком и сточными водами предприятий (рис. 2). Практически на всех ВХУ годовое поступление минерального азота с сельхозугодий превосходит сброс его соединений промышленными предприятиями. Следовательно, внедрение более совершенных систем очистки сточных вод промышленных предприятий не всегда служит гарантией улучшения качества вод в водных объектах.

О степени напряженности экологической ситуации на водосборе, можно судить по величине выноса биогенных элементов с единицы площади водосбора (рис. 3). Из диаграмм видно, что наибольший вынос биогенных элементов с единицы площади водосбора р. Камы (удельный вынос) характерен для ВХУ 10.01.01.011 (р. Буй), в то время как общая масса выноса выше с ВХУ 10.01.01.013 (р. Ик). В бассейне р. Белой по данному показателю выделяется ВХУ 10.01.02.004 (р. Белая – от Юмагузинского гидроузла до г. Салават без р. Нугуш), 10.01.02.005 (р. Белая – от г. Салават до г. Стерлитамак). Указанные ВХУ находятся в зоне распространения черноземных почв, а следовательно, значительной распаханности земель. В пределах водосбора р. Вятки наибольший удельный вынос минерального азота характерен для ВХУ 10.01.03.006 (р. Вятка – от г. Вятские Поляны до устья), в то время как наибольшая масса выноса характерна для ВХУ 10.01.03.001 (р. Чепца).



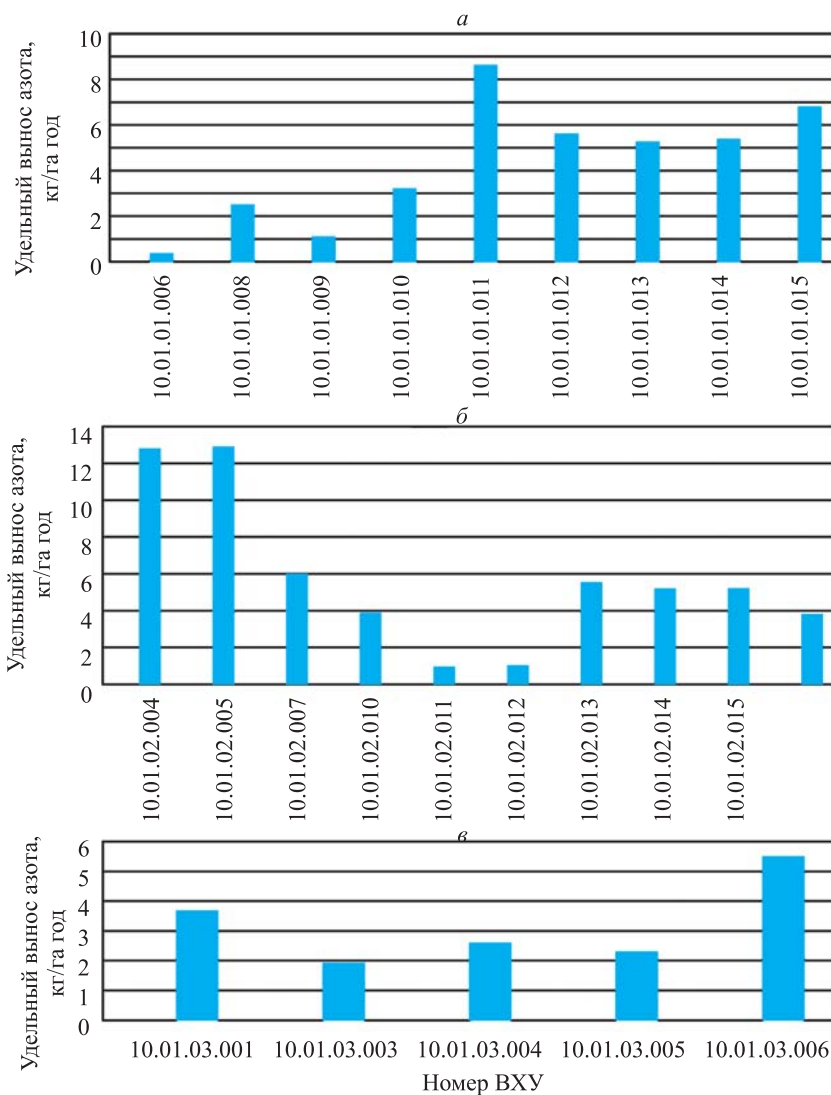


Рис. 3. Удельный вынос азота с единицы площади водосбора:
а) р. Камы; б) р. Белой; в) р. Вятки.

Как уже говорилось выше, концентрация загрязняющих веществ в стоке с водосбора зависит от количества удобрений, внесенных на 1 га сельхозугодий. Анализ данных из статистических бюллетеней, показал, что во всех субъектах РФ бассейна р. Камы дозы внесения удобрений значительно ниже рекомендуемых норм. В наибольшей степени это касается яровых культур и многолетних трав. Так, в Свердловской области меньше нормы вносят

ся удобрения под многолетние травы (ВХУ 10.01.01.009, 10.01.01.01.008, 10.01.02.011), Удмуртской Республике – под яровые культуры (ВХУ 10.01.01.012, 10.01.01.015, 10.01.01.03.001, 10.01.03.003, 10.01.03.004), Кировской области – под яровые культуры (ВХУ 10.01.03.005, 10.01.03.006), Республике Башкортостан – под яровые культуры (ВХУ 10.01.01.014), Республике Татарстан – под многолетние травы (ВХУ 10.01.01.014, 10.01.01.015). Из проведенного анализа следует – при улучшении экономической ситуации вынос биогенных веществ с водосбора, если не принять превентивных мер, значительно увеличится.

Образование биогенных элементов в животноводстве

Существенное влияние на качество поверхностных вод в бассейне р. Камы оказывают комплексы по выращиванию крупного рогатого скота и откорму свиней. На крупных комплексах часто накапливается избыток отходов животноводства и свиноводства, которые в силу целого ряда причин не могут быть полностью утилизированы или использованы в виде органических удобрений. По своему воздействию на природные объекты неочищенные стоки животноводческих комплексов эквивалентны отходам высшей категории вредности, в составе которых преобладают органические вещества, аммонийный азот, фосфаты, тяжелые металлы.

Степень загрязнения водных объектов биогенными веществами за счет развития животноводства будет зависеть от способа содержания скота и хранения навоза, размещения животноводческих ферм по отношению к водотокам. Технология хранения органических удобрений предусматривает следующие варианты:

- в навозохранилищах и жижеборниках;
- на оборудованных площадках утилизации, обеззараживания и компостирования навоза;
- на необорудованных площадках и сельхозугодиях.

Наибольшее негативное влияние на качество вод оказывает хранение навоза на необорудованных площадках и его внесение на поля зимой по снегу, что практикуется при недостатке транспорта в хозяйствах.

Для того чтобы наиболее точно охарактеризовать роль животноводства в формировании качества вод, необходимо большое количество информации, которую затруднительно получить для всего бассейна р. Камы. Для ориентировочной оценки влияния животноводства на поверхностные воды можно воспользоваться таким показателем, как годовое количество образующихся отходов в переводе на азот и фосфор на ВХУ или на единице его площади. Для расчета данных показателей был использован материал статистических сборников «Поголовье скота и птицы» по субъектам Федерации (Свердловская область, Пермский край, Кировская область, Удмуртская

Республика, Республика Башкортостан, Республика Татарстан) [10–15]. В расчетах были учтены следующие виды сельскохозяйственных животных: крупный рогатый скот (КРС), свиньи, овцы, козы, лошади, птицы. Выход навоза КРС, свиней и помета птиц определялся по НТП 17-99^х [16]. Выход навоза лошадей рассчитывался по НТП-АПК 1.10.04.001-00 [17]; выход навоза коз и овец – по НТП-АПК 1.10.03.002-02 [18] и НТП-АПК 1.10.03.001-00 [19]. Перевод отходов животноводства на азот и фосфор осуществлялся в соответствии с [1].

Расчеты показали, что биогенная нагрузка от животноводства на водосборы р. Камы и двух основных ее притоков (рек Белая и Вятка) возрастает от истока к устью, что связано с различием природно-климатических условий в разных частях бассейнов рек. Несколько отличается распределение биогенной нагрузки от животноводства по ВХУ бассейна р. Вятки за счет большого отличия в площадях участков. Так, наиболее высокое годовое накопление азота и фосфора за счет животноводства наблюдается в пределах ВХУ 10.01.03.001 (р. Чепца), поскольку данный участок имеет наибольшую площадь (рис. 4).

Определенный интерес с точки зрения назначения водоохраных мероприятий, представляет ранжирование притоков по нагрузке биогенными веществами от животноводства (рис. 5, 6). В бассейне р. Камы наименьшую нагрузку от животноводства испытывает ВХУ 10.01.01.005 (р. Чусовая), наибольшую – 10.01.01.013 (р. Ик) (см. рис. 4). В бассейне р. Белой наиболее высокое годовое накопление азота и фосфора от животноводства наблюдается в пределах водосбора р. Ай (ВХУ 10.01.02.010) (рис. 5) и р. Дема (ВХУ 10.01.02.013), наименьшее – р. Сим (ВХУ 10.01.02.006) и р. Уфа (ВХУ 10.01.02.011 и 10.01.02.012).

Площади ВХУ отличаются, поэтому более информативным будет распределение биогенной нагрузки от животноводства на единицу площади ВХУ (табл. 2). По величине годовой нагрузки от животноводства на единицу площади в пределах водосборной территории р. Камы на первое место выходит ВХУ 10.01.01.015 (р. Кама – от Нижнекамского гидроузла до устья, без р. Вятки), что совпадает с данными, полученными ранее (см. рис. 3).

В пределах бассейна р. Белой наибольшая удельная нагрузка от животноводства характерна для ВХУ 10.01.02.005 (р. Белая – от г. Салават до г. Стерлитамак), хотя по массе образования отходов лидирует ВХУ 10.01.01.016 (р. Белая – от г. Бирска до устья). В пределах водосбора р. Вятки наибольшая нагрузка от животноводства на единицу площади водосбора характерна для ВХУ 10.01.03.006 (р. Вятка – от г. Вятские Поляны до устья). В целом, наибольшую удельную нагрузку от животноводства испытывает водосбор р. Белой, на котором биогенная нагрузка от животноводства в 1,5–2,0 раза превышает данный показатель по водосборам рек Камы и Вятки.

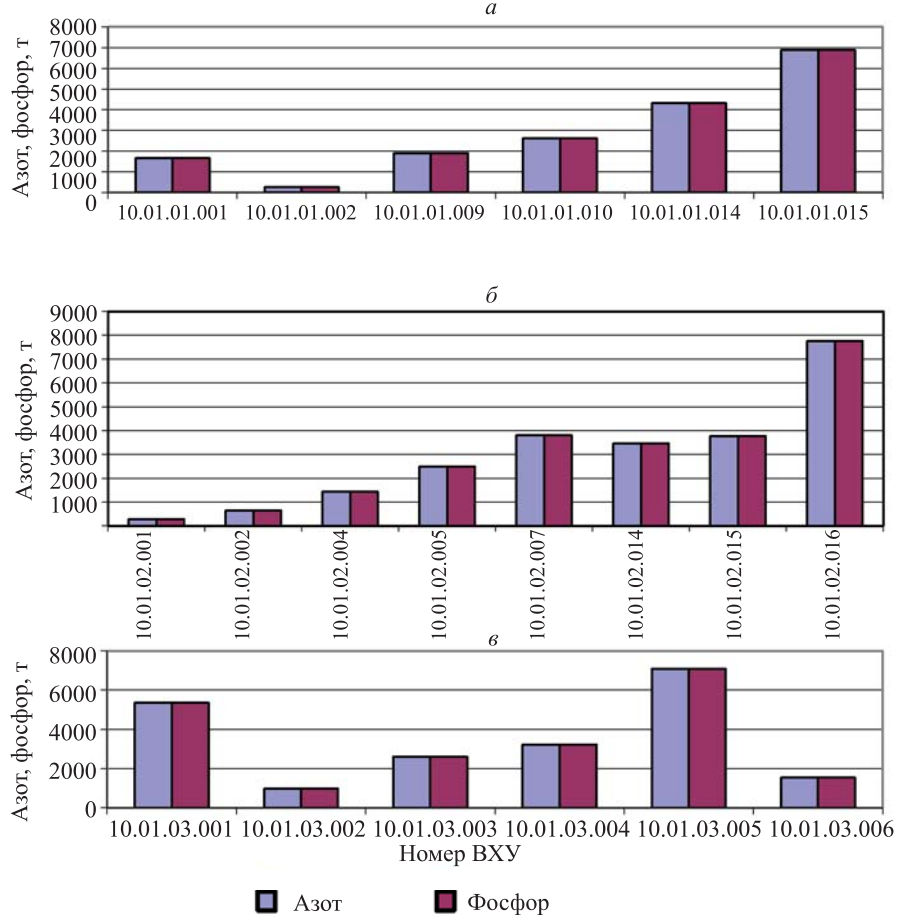


Рис. 4. Годовая биогенная нагрузка на ВХУ от животноводства:
а) р. Кама, б) р. Белая, в) р. Вятка.

Наиболее экологически неблагополучными с точки зрения загрязнения поверхностных вод биогенными веществами, при совместном учете удельного выноса биогенных элементов с сельхозугодий и удельной нагрузки на водосбор от животноводства, являются следующие ВХУ: 10.01.02.004 (р. Белая – от Юмагузинского гидроузла до г. Салават без р. Нугуш), 10.01.02.005 (р. Белая – от г. Салават до г. Стерлитамак), 10.01.02.014 (р. Белая – от водпоста с. Охлебинино до г. Уфа без рек Уфы и Демы), 10.01.02.015 (р. Белая – от г. Уфа до г. Бирска), 10.01.01.010 (р. Буй), 10.01.01.015 (р. Кама – от Нижнекамского гидроузла до устья без р. Вятки), 10.01.01.014 (р. Кама – от Воткинского гидроузла до Нижнекамского гидроузла без рек Буй, Иж, Ик и Белая).

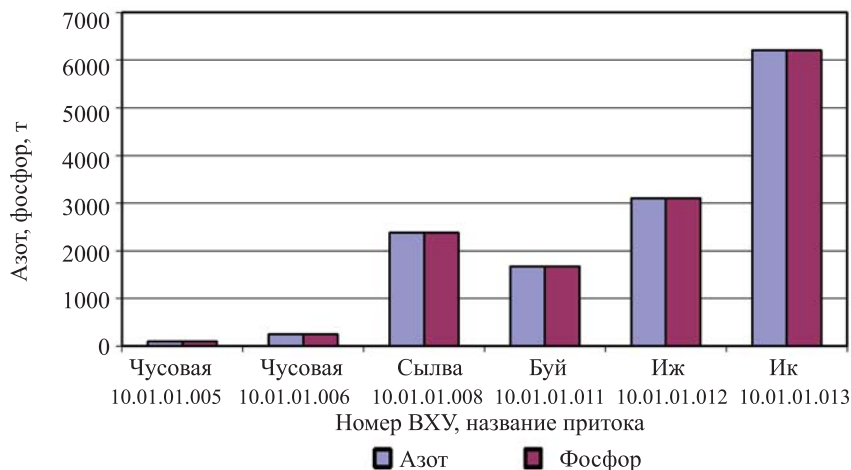


Рис. 5. Годовая биогенная нагрузка от животноводства на ВХУ притоков р. Камы.

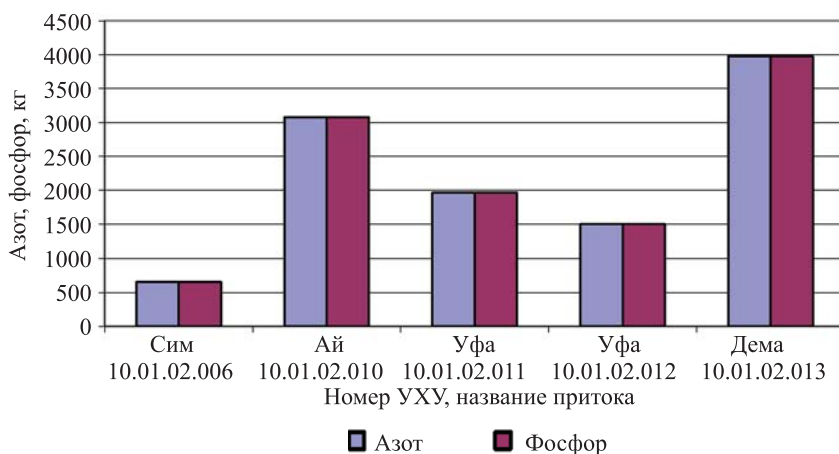


Рис. 6. Годовая биогенная нагрузка от животноводства на ВХУ притоков р. Белой.

Снижения негативного воздействия сельскохозяйственной деятельности на поверхностные воды можно достичь внедрением комплекса мероприятий, в первую очередь, на территориях с наиболее высоким удельным выносом биогенных элементов. Снизить поступление биогенных элементов с сельскохозяйственных полей можно уменьшив слой поверхностного стока, частично переведя его в почвенно-грунтовый. Для данных целей подходят специальные приемы агротехники, а также посадки лесополос.

Посадка лесополос является одним из самых эффективных мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации в сель-

Таблица 2. Годовая биогенная нагрузка от животноводства на единицу площади

Номер ВХУ	Общая площадь ВХУ, км ²	Удельная нагрузка на водосбор, кг/км ²	
		Азот	Фосфор
Река Кама до Куйбышевского водохранилища (без бассейнов рек Белой и Вятки)			
10.01.01.001	34 294	48,47	48,47
10.01.01.002	55 326	4,68	4,68
10.01.01.004	750	22,69	22,69
10.01.01.005	1675	56,26	56,26
10.01.01.006	7900	31,17	31,17
10.01.01.008	22 600	105,18	105,18
10.01.01.009	31 133	61,05	61,05
10.01.01.010	10 578	247,17	247,17
10.01.01.011	6530	255,89	255,89
10.01.01.012	8 510	364,42	364,42
10.01.01.013	17 970	345,72	345,72
10.01.01.014	11 612	371,52	371,52
10.01.01.015	14 330	481,13	481,13
Река Белая			
10.01.02.001	3550	78,25	78,25
10.01.02.002	6513	100,46	100,46
10.01.02.004	3663	389,86	389,86
10.01.02.005	2950	845,65	845,65
10.01.02.006	10 888	60,39	60,39
10.01.02.007	9713	391,05	391,05
10.01.02.010	15 000	205,31	205,31
10.01.02.011	29 660	66,26	66,26
10.01.02.012	5213	287,94	287,94
10.01.02.013	12 475	318,89	318,89
10.01.02.014	6355	544,35	544,35
10.01.02.015	8 200	460,32	460,32
10.01.02.016	20 284	382,37	382,37
Река Вятка			
10.01.03.001	20 400	262,46	262,46
10.01.03.002	18 305	52,92	52,92
10.01.03.003	22 700	114,82	114,82
10.01.03.004	30 710	104,72	104,72
10.01.03.005	26 400	268,50	268,50
10.01.03.006	4675	329,14	329,14

скохозяйственных районах бассейнов рек. Земли под защитными лесонасаждениями в России ныне достигают 3,2 млн га – около 2 % от сельхозугодий страны, в Европейском регионе РФ лишь 3 % сельхозугодий заняты многолетними лесополосами [20]. Для устойчивого ведения сельского хозяйства, стабилизации микроклимата и предотвращения эрозии почв минимальный процент лесополос должен составлять минимум 8 % от сельскохозяйственной территории. Оптимальный же процент в степных зонах, по оценкам классиков почвоведения В.В. Докучаева и В.Р. Вильямса, должен достигать хотя бы 18 % от общенациональной сельхозплощади.

Существующие в настоящее время площади лесополос в основных земледельческих районах России (в том числе и в бассейне р. Камы) явно недостаточны. Так, в пределах ВХУ 10.01.01.0013 (р. Ик), где наблюдается один из высоких показателей удельного выноса биогенных веществ, лесополосы занимают от 0,9 % (Бавлинский район) до 2,9 % (Муслюмский район) от площади сельхозугодий. Такая же ситуация характерна и для других субъектов РФ бассейна р. Камы. Учитывая данный момент, при разработке СКИОВО бассейна р. Камы в план мероприятий была включена посадка лесополос в основных земледельческих районах бассейна, что позволит не допустить ухудшения качества вод водных объектов в результате интенсивного хозяйственного использования водосборной территории.

Выводы

1. Сельскохозяйственное использование водосборов рек бассейна р. Камы является одним из видов антропогенного воздействия, которое может привести к ухудшению качества поверхностных вод в результате роста концентраций биогенных элементов в водных объектах.

2. В большей части субъектов РФ бассейна р. Камы нормы внесения удобрений ниже рекомендуемых, при оптимальных нормах следует ожидать повышения среднегодовых и максимальных концентраций биогенных элементов на участках водных объектов, приуроченных к зонам интенсивного ведения сельскохозяйственной деятельности.

3. Одним из направлений снижения негативного влияния сельскохозяйственной деятельности на водные объекты является увеличение площади лесополос, а также оптимизация структуры агроландшафта за счет уменьшения площади пашни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработать методы определения выноса биогенных веществ поверхностным стоком и мероприятия по предотвращению загрязнения ими поверхностных вод» // Отчет о

- НИР / ВНИИЗ и ЗПЭ, рук. Г.А. Чуян, З.А. Бойченко. № гос. рег. 81013652. Курск. 1982. 121 с.
2. Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты. М. 1998. 28 с.
 3. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 13 апреля 2009 г.
 4. Посевные площади в Свердловской области в 2008 году. Федеральная служба гос. статистики. Екатеринбург. 2008. 37 с.
 5. Посевные площади в Башкортостане. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Башкортостан.
 6. Посевные площади в Кировской области в 2008 г. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Кировской области.
 7. Посевные площади в Удмуртской Республике в 2008 г. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Удмуртской Республике.
 8. Сельское хозяйство в Республике Татарстан / Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Татарстан.
 9. Посевные площади в Пермском крае в 2008 г. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Пермской области.
 10. Поголовье скота и птицы в Свердловской области. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Свердловской области. Екатеринбург. 2009. 31 с.
 11. Поголовье скота и птицы в Пермской области. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Пермской области. Пермь. 2009.
 12. Поголовье скота и птицы в Кировской области. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Кировской области. Киров. 2009.
 13. Поголовье скота и птицы в Удмуртской Республике. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Удмуртской Республике. Ижевск. 2009.
 14. Поголовье скота и птицы в Республике Башкортостан. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Башкортостан. Уфа. 2009.
 15. Поголовье скота и птицы в Республике Татарстан. Стат. сборник. Территор. орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Татарстан. Казань. 2009.
 16. НТП 17-99* Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. М. 2001. Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdtext/480636#_Toc25918023
 17. НТП-АПК 1.10.04.001-00 Нормы технологического проектирования коневодческих предприятий. М. 2000. Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdtext/480662#_Toc28410033
 18. НТП-АПК 1.10.03.002-02 Нормы технологического проектирования козоводческих объектов. М. 2002. Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdtext/551743#_10_НОРМЫ_ПОТРЕБЛЕНИЯ
 19. НТП-АПК 1.10.03.001-00 Нормы технологического проектирования овцеводческих предприятий. М. 2000. Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/ntdtext/480640#_Toc28194489
 20. *Стеценко А.В.* Возможности предотвращения негативных изменений в сельском хозяйстве с помощью экономических механизмов, заложенных в Киотском протоколе. Режим доступа: http://kyotoforests.narod.ru/vozmozhnostipredotvrasheniya.htm#_Toc1209585

Сведения об авторах:

Федорова Елена Владимировна, к. г. н., ведущий научный сотрудник, ФГУП «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов» (ФГУП РосНИИВХ), 620049, г. Екатеринбург, ул. Мира, 23; e-mail: ev_fedorova@mail.ru

Щипачева Людмила Александровна, инженер, ФГУП РосНИИВХ, г. Екатеринбург, тел. 8(343) 374-43-34

Карпунина Оксана Петровна, инженер, ФГУП РосНИИВХ, г. Екатеринбург, тел. 8(343) 374-43-34

Максимчук Наталья Сергеевна, инженер, ФГУП РосНИИВХ, г. Екатеринбург, тел. 8(343) 374-43-34