

ВЛИЯНИЕ ТИПА ВОДОСБОРА НА ЗАИЛЕНИЕ ПРУДОВ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕГО СНЕГОТАЯНИЯ

©2013 М.А. Комиссаров, И.М. Габбасова

Институт биологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа

Поступила 17.06.2013

Показано, что заиление пруда, замыкающего полевой водосбор происходит более интенсивно, чем лесной, причем взвешенные наносы в водном потоке с лесного водосбора характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом и содержат больше органического вещества, щелочногидролизуемого азота и подвижного фосфора.

Ключевые слова: пруд, водосборы, наносы, скорость заиления, мутность воды.

Исследования по заилению прудов могут решать различные задачи. Для гидрологов важна скорость осадконакопления, для исследователей эрозии – оценка трансформации стока наносов по русловой сети [10].

А.Н. Шумаков [17] при обследовании искусственных водоемов Центрального Черноземья установил, что пруды и водохранилища являются частью эрозионно-русловой системы, так как их водосборы служат источником эрозионного материала, а сами водоемы аккумулируют значительную часть (более 90%) перемещающихся по гидрографической сети наносов.

Л.Ф. Литвин [11], проведя исследования заиления каскада прудов на Северном Кавказе и обобщив материалы по Европейской территории России, Западной Сибири и Казахстану, пришел к следующим выводам: а) транзитная часть наносов прудов составляет около 2%; б) основная часть наносов поступает в пруды при размыве берегов (18-50%) и смыве почв ближних к водоему склонов (36-68%); в) смыв со склонов преобладает над поступлениями наносов из основного водотока.

Заиление прудов, рек и водохранилищ происходит чаще всего в период снеготаяния, именно в это время годовой сток и мутность талых вод бывают самыми большими. В разных регионах нашей страны распределение годового стока различно. Так, при изучении гидрологического режима рек южного Сахалина А.А. Чайко [15] установил, что на весеннее половодье в среднем приходится 62% годовой величины стока, а на летне-осенний период – 32%. На территории Южного Предуралья большая часть годового стока приходится также на весенний сезон. По данным А.М. Гареева [5], на этот период приходится 64-74% годового стока. Средняя годовая величина стока взвешенных в речных потоках наносов со всей территории Башкортостан составляет около 30 млн т, или 23 т/км². Весной (апрель-май) по рекам проходит свыше 90% всего годового стока взвешенных наносов [3].

Скорость осадконакопления в прудах лесной зоны изменяется в достаточно широком диапазоне. Так, в Белоруссии за год в прудах откладывается от 2,5 до 14,0 мм осадка [16], а в Татарстане – от 0,13 до 1,5 мм [2].

Многими исследователями показано, что степень заиления водных объектов зависит в основном от сельскохозяйственной освоенности и природно-климатических условий региона. По данным С.Г. Курбанова и Л.В. Петренко [9], в слабо освоенных бассейнах в лесной и лесостепной зонах скорость пойменного осадконакопления составляет 0,0-0,35 мм/год, а в сильно освоенных достигает 20-25 мм/год. В лесной зоне за все время сельскохозяйственного использования земель скорость осадконакопления на поймах малых рек составляет 3,0 мм/год, в лесостепной и степной зонах увеличивается до 4,6-13,0 мм/год. При этом максимальные скорости формирования наилка отмечались в период интенсивной распашки территории и в соответствующих природных зонах имели значения от 4,9 до 33,0 мм/год [6]. В целом, как отмечает А.А. Перевощиков [13], антропогенно обусловленный наилкок формируется только на реках и прудах с нарушенными в пределах водосбора ландшафтами.

Следует также отметить, что скорость осадконакопления зависит от размеров площади прилегающего водосбора, а величина твердого стока прямо пропорциональна его площади. Так, по данным В.Л. Рохмистрова [14], при площади пашни более 100 га, примыкающей к пойме (водному объекту), скорость осадконакопления в них составляет 10-80 мм/год; при площади пашни 5-10 га скорость уменьшается до 8 мм/год, а в залесенных водосборах этот показатель не превышает 0,6 мм/год. Известно, что в большие реки попадает только 1% смытого материала. До малых рек и водоемов доходит 3-5% твердого стока, а остальная часть твердых продуктов эрозии отлагается по пути движения потока воды. Причем площадь территорий, на которых преобладают аккумулятивные процессы, как правило, меньше, чем площадь, с которой приносится аккумуляющийся материал [8].

Многие исследователи при изучении заиления прудов и водохранилищ до недавнего времени рас-

Комиссаров Михаил Александрович, к.б.н., младший научный сотрудник, e-mail: mkomissarov@mail.ru; Габбасова Илюся Масгутовна, д.б.н., проф., зав. лабораторией, e-mail: gimib@mail.ru

сма тривали их как изолированные гидрологические объекты. Процессы заиления прудов интересовали этих авторов прежде всего в плане оценки трансформации стока наносов в русловой сети, но при этом оставался непонятным вопрос о генезисе донных отложений и интенсивности поступающего эрозионного материала. Но в последнее время В.Б. Михно и А.И. Доброва [12] стали рассматривать пруды и водоемы не как замкнутые единицы, а как часть гидрографической системы. Они считают, что искусственные водоемы являются аквальными ландшафтами, функционирующими в составе природно-территориальных комплексов различного ранга и иерархической соподчиненности.

Как известно, заиление прудов и водохранилищ может происходить за счет как внутренних, так и внешних процессов. Внутреннее заиление может происходить за счет волнового обрушения берегов и переработки дна, оседания на дно взвесей, образующихся вследствие биологической активности организмов и физико-химических процессов внутри водоема. Внешние процессы обусловлены, прежде всего, поступлением и аккумуляцией в них мелкозема, смываемого с прилегающих территорий временными или постоянными водотоками, в меньшей степени – эоловым накоплением.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния типа водосбора (под лесом и пашней) на характер и скорость заиления прудов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на прудах, являющихся замыкающим звеном водосбора занятого сельскохозяйственными угодьями (зять – 60%, стерня многолетних трав – 25%, сенокос – 15%) общей площадью 41,3 га (пруд-1) и преимущественно лесного водосбора (лес – 90%, сенокос – 10%) площадью 40,9 га (пруд-2). Основное назначение прудов – источники воды для орошения близлежащих сельхозугодий и водопоя для скота. Площадь зеркала пруда-1 составляет 279 м² при отметке 147,2 м, длина береговой линии 271 м. Площадь зеркала пруда-2 составляет 620 м² при отметке 147,5 м, длина береговой линии 472 м. Объем пруда-1 при НПУ составляет 115 м³, а пруда-2 – 220 м³.

Заиление прудов определялось промерами глубин по намеченным створам с использованием нивелира Setl. Определение некоторых агрохимических свойств наилка и гранулометрического состава проводили общепринятыми методами [1, 4].

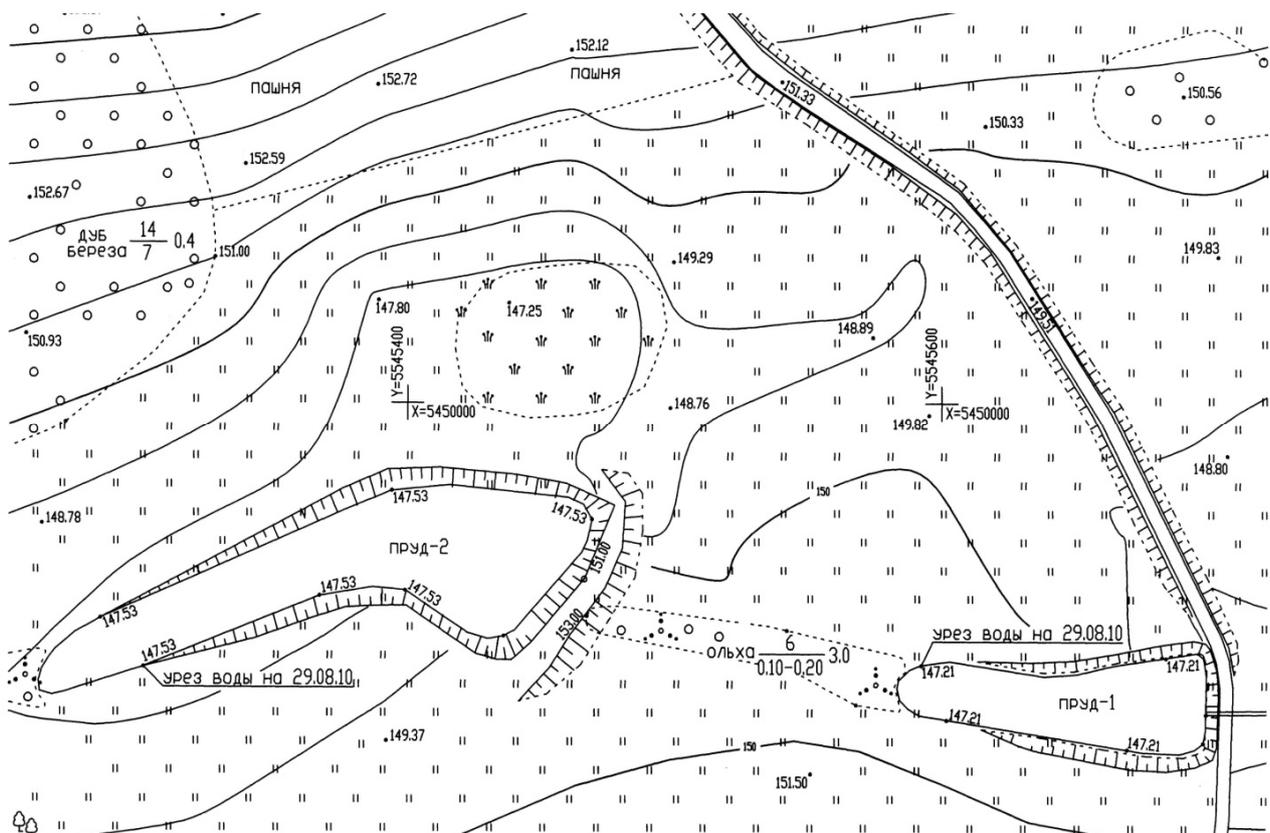


Рис. 1. Топографический план места проведения исследований по заилению прудов

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Заиление изученных прудов происходит в основном за счет внешних факторов, прежде всего поступления в них мелкозема, доставляемого тальными водами, внутренние процессы играют незна-

чительную роль. В условиях примерно одинаковой крутизны (35 промилле) и длины склонов (около 1 км), площади водосбора и типа почвы (чернозем выщелоченный среднетугумусный тяжелосуглистый) основное значение в характере доставки в

пруд эрозионного материала приобретает состояние поверхности почвы и наличие растительности (табл. 1). Как видно из полученных данных, в 2009 и 2010 гг. при большой глубине промерзания (81 и 67 см соответственно) содержание взвешенных на-

носов в талой воде, стекавшей по полевому водосбору, было в 15-18 раз выше, чем под лесом. В 2011 г. при небольшой глубине промерзания (38 см) и высокой впитываемости воды почвой сток был незначительным.

Таблица 1. Влияние типа водосбора на показатели заиления прудов

Водосбор, пруд	Плотность 0-10 см 2011 г, г/см ³		Содержание взвешенных наносов в эрозионном потоке с водосборов, кг/га			Количество аккумуляированного ила в прудах, кг			Скорость заиления, мм/год			Коэф. доставки
	Сложения	Твердой фазы	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	
Поле, пруд-1	1,01	2,39	77	72	0,4	1290	1161	485	4,58	4,12	1,72	25
Лес, пруд-2	0,71	2,39	5	4	0,1	40	31	9	0,09	0,07	0,02	20

При движении водно-эрозионного потока часть взвешенных наносов оседает в транзитном ландшафте. Очевидно, что лесным водосбором они задерживаются в большей степени, чем полевым. Количество поступающего материала в замыкающие звенья гидрографической сети достаточно надежно подтверждается коэффициентом доставки наносов Кд, предложенным В.Н. Голосовым [7], который для средних водосборов составляет 10-40%. Наши расчеты показали, что коэффициент доставки по лесному водосбору составил около 20%, а полевому – около 25%.

Это привело к различной аккумуляции ила в прудах и скорости их заиления, которая в первом случае составила в среднем за 3 года 0,06 мм/год, а во втором – 3,51 мм/год. При такой скорости заиления заполнение пруда-1 взвешенными наносами (при отсутствии очистки) может произойти через 150 лет, а пруд-2 сохранится практически в полном

объеме достаточно долго. Следует отметить, что распределение наносов по чаше прудов было не равномерно: большее количество донных отложений наблюдалось у северных (пруд-1) и северо-западных берегов (пруд-2), где была сильно выражена боковая приточность. Так, в 2009 г. после снеготаяния их мощность достигала 98 мм и 4 мм соответственно, в других же частях прудов аккумуляция наносов была незначительной.

О характере заиления можно судить также исходя из мутности воды в прудах при снеготаянии (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что в начале снеготаяния она была почти одинаковой (30,8 мг/дм³ – пруд-1 и 27,4 мг/дм³ – пруд-2). В середине апреля были зафиксированы максимальные значения мутности – 114 (пруд-2) и 246 мг/дм³ (пруд-1), которая уже через сутки начала резко уменьшаться и стремиться к выравниванию.

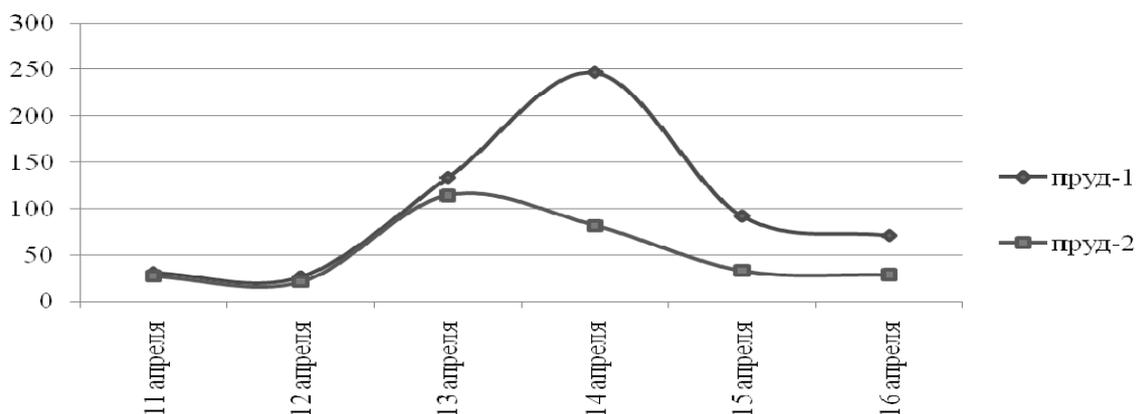


Рис. 2. Динамика изменения мутности в прудах при снеготаянии, 2011 г.

При анализе скорости заиления прудов в зависимости от мутности воды в прудах была выявлена высокая корреляционная связь:

$$M = 7,5m - 66,3 \quad (R=0.94) \quad (1)$$

$$M = 0,5m - 5,0 \quad (R=0.90) \quad (2)$$

$$I = 0,027m - 0,259 \quad (R=0.95) \quad (3)$$

$$I = 0,001m - 0,008 \quad (R=0.92) \quad (4)$$

Полученные уравнения позволяют спрогнозировать количество поступившего материала (M, кг) в пруды в зависимости от средней мутности воды за период снеготаяния (m, мг/л). Например, при средней мутности воды 100 мг/л, в пруд-1 попадет 680,

а в пруд-2 – 46 кг наилка.

Уравнения 3 (для пруда-1) и 4 (для пруда-2) позволяют определить среднюю скорость заиления (I, мм/год) прудов в зависимости от средней мутности воды за период снеготаяния (m, мг/л). Например, при средней мутности воды 100 мг/л, скорость заиления пруда-1 составит 2,44, а пруда-2 – 0,08 мм/год.

Данные уравнения позволяют с достаточной точностью определить среднюю скорость заиления и количество поступившего в пруды материала, используя только значения мутности воды за период снеготаяния. Следовательно, не прибегая к трудоемким полевым измерениям можно оценить скорость заиления других прудов.

Агрохимический анализ донных отложений

Таблица 2. Агрохимический состав донных отложений

Агрохимический показатель	Пруд-1	Пруд-2
Гумус, %	4,08	5,59
Кальций, мг-экв/100 г	40	42
Магний, мг-экв/100 г	10	10
Валовой фосфор, мг-экв/100 г	168,03	124,99
Подвижный фосфор, мг-экв/100 г	2,47	3,82
Щелочногидролизуемый азот, мг/кг	217	294

Таблица 3. Гранулометрический состав донных отложений

Место взятия образца	Удельная масса, г/см ³	ГВ, %	Размер фракции, мм.; их содержание, %						Сумма частиц размером	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	>0,01	<0,01
Пруд № 1	2,39	4,86	0,25	14,87	33,71	9,98	23,05	18,14	48,83	51,17
Пруд № 2	2,39	5,12	0,21	5,11	28,93	10,48	37,41	17,86	34,25	65,75

Заиление пруда, замыкающего полевой водосбор, происходит более интенсивно, чем лесной, причем в первом полное заиление (при отсутствии очистки) может произойти через 150 лет, а во втором – сохранится практически в полном объеме достаточно долго.

Взвешенные наносы в водном потоке с лесного водосбора характеризуются более тяжелым гранулометрическим составом по сравнению с полевым и содержат больше органического вещества, щелочногидролизуемого азота и подвижного фосфора.

Получены уравнения, позволяющие с достаточной точностью определить среднюю скорость заиления и количество поступившего в пруды материала, используя только значения мутности воды за период снеготаяния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1976. 656 с.
2. Алюшинская Н.М. Ресурсы поверхностных вод СССР (Средний Урал и Приуралье). Т. 11. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 848 с.
3. Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии. Уфа, 1978. 176 с.

(табл. 2) показал, что содержание органического вещества и питательных элементов в них соизмеримо с их количеством в почвах прилегающих территорий. Вместе с тем отложения пруда замыкающего лесной водосбор (пруд-2) содержат несколько больше гумуса и азота, что обусловлено с одной стороны их большим содержанием в почвах под лесом, а с другой – преобладанием мелкодисперсных фракций смываемой почвы в условиях менее интенсивного стока. Как видно из таблицы 3, в составе наилка пруда-2 содержится меньше песка и больше пыли, особенно мелкой (37%); гранулометрический состав отложений – среднеглинистый. В составе наилка пруда-1 содержание физического песка и физической глины примерно одинаково; гранулометрический состав – легкоглинистый.

4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.Л. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
5. Гареев А.М. Оптимизация водоохранных мероприятий в бассейне реки. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 190 с.
6. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы на речном водосборе: опыт количественной оценки // Геоморфологические процессы и окружающая среда. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991. С. 28-31.
7. Голосов В.Н., Иванова Н.Н. Внутриводосборное перераспределение наносов на речном водосборе // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 12. М., 2000. С. 251-267.
8. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия почв / учебник. М.: Изд-во МГУ, Изд-во «Колос», 2004. 352 с.
9. Курбанова С.Г., Петренко Л.В. Антропогенно обусловленная аккумуляция аллювия малых рек востока Русской равнины // Эрозионные процессы и окружающая среда. М.: Наука, 1990. С. 177-181.
10. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во МГУ, 1993. 200 с.
11. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. 255 с.
12. Михно В.Б., Добров А.И. Ландшафтно-экологические особенности водохранилищ и прудов Воронежской об-

- ласти. Воронеж: ВГУ, 2000. 185 с.
13. *Первощиков А.А.* Закономерности пространственной дифференциации заиления пойм малых рек Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1993. С. 86-91.
 14. *Рохмистров В.Л.* Влияние хозяйственной деятельности человека на водосборы малых рек Ярославского нечерноземья // Изв. Всесоюз. геогр. об-ва. 1989. Т. 121. Вып. 1. С. 44-49.
 15. *Чайко А.А.* Гидрология и загрязненность рек юга Сахалина // Современные наукоемкие технологии. 2007. № 2. С. 30-33.
 16. *Широков В.М., Лопух П.С.* Особенности развития природы малых водохранилищ (на примере искусственных водоемов Белоруссии) // География и природные ресурсы. 1985. № 1. С. 40-49.
 17. *Шумаков А.Н.* Заиление прудов и водохранилищ как элементов эрозионно-руслых систем в агроландшафтах Центрально-Черноземного региона: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Курск, 2007. 23 с.

THE UNFLUENCE OF CATCHMENT AREAS TYPE ON POND SILTATION DURING SPRING SNOW MELTING

©2013 M.A. Komissarov, I.M. Gabbasova

Institute of Biology, Ufa Sci. Centre of RAS, Ufa

It is shown that sedimentation in the pond, finishing the field watershed is more intensive than the forest one. Suspended sediments in the water flow from the forest catchment are characterized by a more heavy particle size distribution and contain more organic matter, alkali-hydrolyzed nitrogen and available phosphorus.

Keywords: pond, watershed, sediment, silting rate, water turbidity.