

УДК 551.438

О. И. БАЖЕНОВА

## ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В БАСЕЙНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ

*Обсуждаются результаты анализа многолетней динамики стока наносов основных рек в сельскохозяйственных районах бассейна оз. Байкал. Установлен нисходящий тренд эрозионных процессов, обусловленный резким изменением хозяйственной деятельности в регионе — сокращением площади пахотных и пастбищных земель в конце XX столетия. Показано, что уменьшение интенсивности бассейновой эрозии способствует стабилизации процессов опустынивания и в целом улучшению экологической обстановки в Байкальском регионе.*

Ключевые слова: сток наносов, бассейновая эрозия, консервация сельскохозяйственных земель, нисходящий тренд эрозионных процессов, экологическая обстановка.

*The results derived from analyzing the long-term dynamics of the runoff of sediment loads of the main rivers in the agricultural areas of the Lake Baikal watershed basin are discussed. The analysis revealed a descending trend of the erosion processes caused by an abrupt change of agricultural activity in the region, i.e. a reduction in the area of arable and pasture lands in the late 20<sup>th</sup> century. It is shown that a decrease in basin erosion intensity promotes stabilization of desertification processes and, in general, an improvement of the ecological situation in the Baikal region.*

Keywords: runoff of sediment loads, basin erosion, conservation of agricultural lands, descending trend of erosion processes, ecological situation.

### ВВЕДЕНИЕ

Консервация земель — это процесс исключения сильно деградированных пахотных и пастбищных земель из пользования. Этим простым способом удастся решить проблему их защиты от эрозии, дефляции и дальнейшей деградации. Консервация широко распространена в США и Канаде, где госу-

дарство изымает деградированные земли у пользователей на срок, необходимый для мелиоративных работ по их восстановлению и повышению плодородия, после чего они возвращаются владельцам.

В России пока таким приемом пользуются редко [1]. В Сибири можно выделить только два периода консервации земель. Первый отмечался в начале 1960-х гг., практически сразу после освоения целинных земель, когда из-за катастрофического развития дефляции только в Хакасии 300 тыс. га вновь распаханых земель были переведены в залежь. К сожалению, в Восточной Сибири процесс консервации земель в этот период почти не проводился. Второй этап консервации земель, начавшийся в 1990-е гг., охватил уже весь юг Сибири и был обусловлен отсутствием технических средств и материальных ресурсов у сельских товаропроизводителей. Этот процесс продолжается и в настоящее время. Особенно больших масштабов сокращение посевных площадей достигло на юге Средней Сибири, где из пашни было исключено более 600 тыс. га. Вынужденная консервация пахотных земель здесь существенно улучшила экологическую обстановку и создала условия для сохранения и повышения плодородия почв за счет восстановления залежей [1].

В бассейне оз. Байкал консервация сельскохозяйственных земель проводится впервые, хотя масштабы их деградации достигли крайних пределов. В связи с этим представляет интерес анализ возможных изменений в ходе эрозионных процессов, обусловленных снижением сельскохозяйственной деятельности.

### ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ЭРОЗИИ И ДЕФЛЯЦИИ ПОЧВ В БАССЕЙНЕ БАЙКАЛА

По степени эродированности почв — одному из основных критериев оценки экологической обстановки любого региона — рассматриваемая территория занимает лидирующее положение среди районов юга Сибири. Более того, по этому показателю она находится на третьем месте среди 67 административных образований Российской Федерации, входящих в земледельческую зону России [2]. Развитию эрозионных процессов в регионе способствует благоприятное сочетание природных и антропогенных факторов, к которым следует отнести: 1) сильно расчлененный рельеф; 2) широкое распространение песков и лёссовидных супесей, на которых сформированы почвы легкого гранулометрического состава; 3) засушливый климат, лимитирующий развитие растительности, которая выполняет почвозащитные функции; 4) ветровой режим и характер выпадения дождей; 5) высокую сельскохозяйственную освоенность. В результате этого здесь получили интенсивное развитие все три группы процессов механического разрушения почв — смыв, размыв и дефляция. В девяти районах Бурятии степень эродированности превышает 50 %, что свидетельствует о чрезвычайной экологической ситуации в условиях прогрессирующего опустынивания территории.

К концу 1980-х гг. площадь эродированных земель в бассейне Байкала составила более миллиона га [3]. Многие годы нагрузка на пастбища в несколько раз превышала предельно допустимый уровень; численность овец в середине 1970-х гг. достигала 2 млн гол. Поэтому пастбища, используемые прежде всего для выпаса овец, отличаются сбитостью поверхностного слоя почв и деградированной растительностью. К тому же повышению эрозионной и дефляционной опасности значительно способствует нарушение в результате перевыпаса толстого защитного слоя степного войлока (калдана).

В целом представление о пространственном распределении процессов деградации почв в сельскохозяйственных районах бассейна Байкала дают составленные нами карты-схемы (рис. 1), на которых обозначены зоны с различной интенсивностью развития эрозионных и эоловых процессов. При выделении зон в качестве исходной информации использовались материалы почвенно-эрозионного обследования ВостСибГипрозема, опубликованные данные по распространению и интенсивности процессов деградации почв, а также результаты количественной оценки основных факторов эрозии, полученные расчетным путем.

Картографированию предшествовал этап преобразования исходных показателей деградации земель, выраженных в гектарах, в форму индексов смыва и дефляции, отражающих по 100-балльной шкале пораженность территории тем или иным процессом:  $I_{Э(Д)} = 100S_{Э(Д)} / S$ , где  $I_{Э(Д)}$  — индекс эрозии или дефляции;  $S_{Э(Д)}$  — площадь пораженных участков, га;  $S$  — общая площадь территории, га.

Чем больше индекс смыва или дефляции, тем значительнее площадь очагов и массивов разрушения земель на данной территории. Избранный методический прием обеспечил сопоставимость и объективность оценок эродированности земель различных категорий по характеру и степени деградации. Чувствительность почв к эрозионным процессам оценивалась с помощью расчетных коэффициентов, зависящих от их физико-химических свойств (гранулометрического состава, содержания гумуса, катионов Са и Mg, водопроницаемости, связности и др.) и определяющих устойчивость или податливость почв к смыву, размыву и дефляции. Количественные значения параметров, используемых для оценки интенсивности эрозионных и эоловых процессов, приведены в таблице.

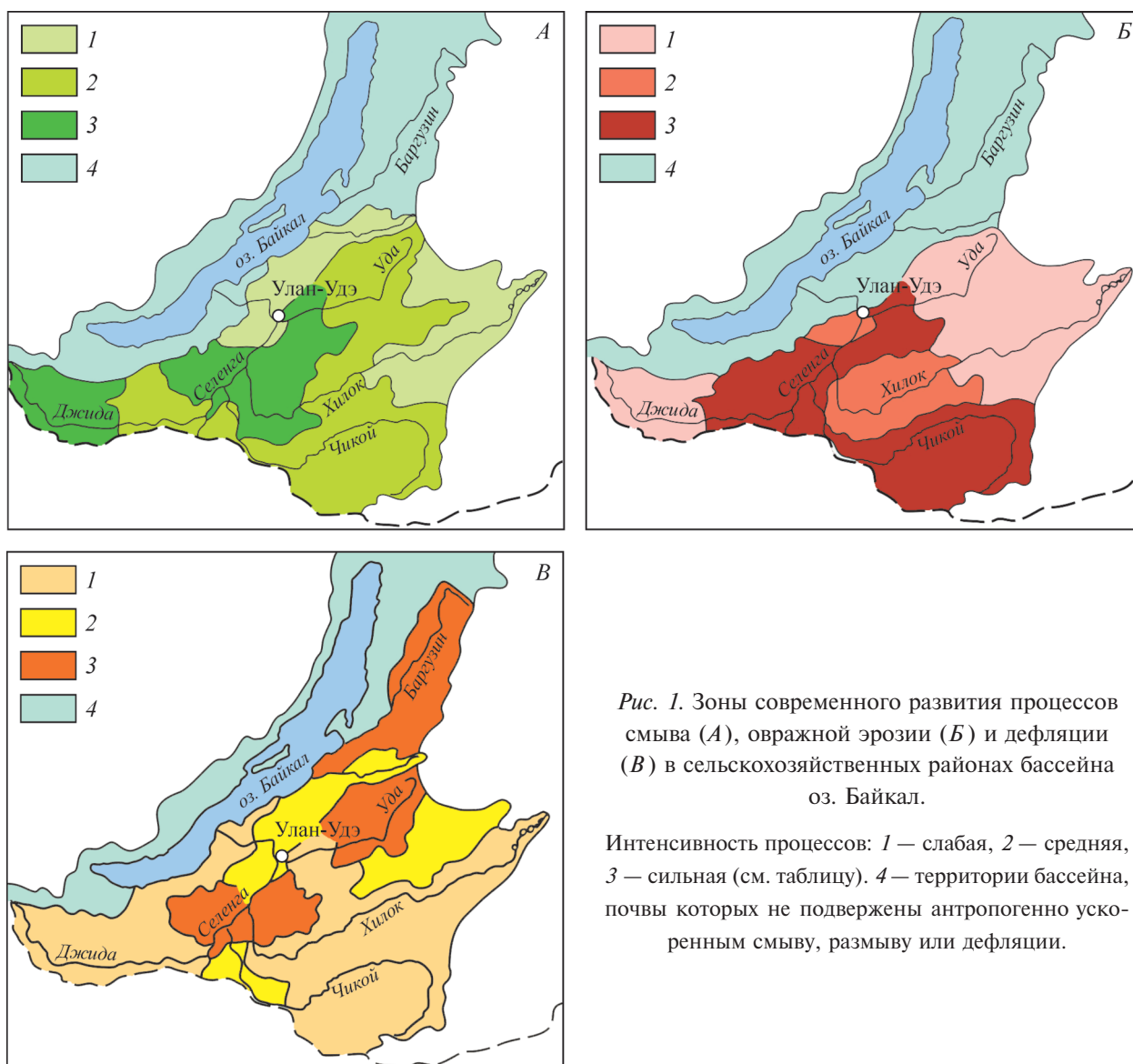


Рис. 1. Зоны современного развития процессов смыва (А), овражной эрозии (Б) и дефляции (В) в сельскохозяйственных районах бассейна оз. Байкал.

Интенсивность процессов: 1 – слабая, 2 – средняя, 3 – сильная (см. таблицу). 4 – территории бассейна, почвы которых не подвержены антропогенно ускоренным смыву, размыву или дефляции.

**Количественные параметры интенсивности развития эрозионных и эоловых процессов в сельскохозяйственных районах бассейна оз. Байкал**

Параметры	Интенсивность процессов		
	слабая	средняя	сильная
<i>Дефляция</i>			
Дефляционный индекс	<25	25–50	>50
Противодефляционная устойчивость почв, %	50–70	30–50	10–30
<i>Склоновый смыв</i>			
Индекс смыва	<25	25–50	>50
Коэффициент эродируемости почв	0,7–1,5	1,5–2,5	>2,5
<i>Овражная эрозия</i>			
Плотность оврагов, шт/100 км <sup>2</sup>	<25	25–50	>50
Густота овражной сети, км/км <sup>2</sup>	<0,25	0,25–0,50	>0,50

При выделении зон современного развития плоскостного смыва и оценке чувствительности почв к смыву использовались индекс смыва ( $I_3$ ) и коэффициент эродированности почв, который рассчитывался по [4]. Сильной смываемостью отличаются пахотные почвы Бичурского, Закаменского, Мухоршибирского, Селенгинского и Тарбагатайского районов (см. рис. 1, А). Зоны со средней и высокой степенью чувствительности почв к эрозии требуют коренного улучшения системы землепользования на основе комплексной мелиорации земель. Участки сильно эродированных почв нуждаются во временной консервации и санации.

Развитие водной эрозии в условиях нарушенной растительности достигло крайне высоких темпов, выражающихся в формировании разветвленной системы оврагов. В бассейне оз. Байкал насчитывается более 9,5 тыс. оврагов, под которыми занято 12 тыс. га земель, общая длина овражной сети составляет 8 665 км [5]. Особенно высокой плотностью овражная сеть отличается в бассейне Джиды, на междуречье Селенги и Чикоя (Кяхтинский район), в Селенгинском и Тарбагатайском районах (см. рис. 1, Б). Более 50 % оврагов относятся к интенсивно растущим — скорость линейного прироста более одного метра в год. Ввиду невыработанности профиля такие овраги представляют реальную угрозу — деградацию земель, поэтому необходима организация противоовражных мероприятий, требующих вложения значительных средств.

Для оценки интенсивности развития эоловых процессов использовался индекс дефляции ( $I_D$ ) и показатель противодефляционной устойчивости почв по [6]. Отметим, что при картографировании учитывалась дефляция, распространенная только на сельскохозяйственных землях, поэтому на схеме современного развития дефляции (см. рис. 1, В) не показаны районы ее естественного проявления (без вмешательства хозяйственной деятельности человека), в частности на западном побережье Байкала.

Распашка песчаных и супесчаных почв на этапе освоения целины превратила их в массивы подвижных песков, площадь которых более 100 тыс. га [7]. В настоящее время насчитывается около 1500 населенных пунктов, подверженных заносу песком, включая и г. Улан-Удэ. Поступательное движение песков происходит в основном в юго-восточном направлении. По долинам рек Селенга, Чикой и Хилок эоловые формы перемещаются на юг, а в Баргузинской котловине — преимущественно на северо-восток. Средняя скорость движения барханов составляет 6–8 м/год. Большие площади развеиваемые пески занимают в Баргузинской котловине, а также на Чикой-Селенгинском междуречье в урочищах Номохиново, Магазин Хотогор, Усть-Кяхта, Харанхой, Большой Луг, Бархан, Хяран-Гол, где на всех эоловых формах видны следы дефляционной переработки [8]. Площади современного развития сыпучих песков требуют незамедлительной санации при полном запрете хозяйственной деятельности, в первую очередь пастбищной нагрузки.

Следует заметить, что вопрос о необходимости принятия срочных мер по закреплению движущихся песков, наступающих на населенные пункты, дороги, сельскохозяйственные угодья, обсуждается с конца XIX в. [9], но безуспешно. В целом при сложившемся во второй половине 20-го столетия экстенсивном землепользовании попытки борьбы с эрозией почв в регионе были малоэффективны, а с 1994 г. из-за отсутствия финансирования работы по восстановлению, улучшению и охране земельных ресурсов практически не выполняются [10].

В начале 1990-х гг. в сельском хозяйстве Бурятии отмечаются серьезные изменения, связанные с реформированием всего народного хозяйства страны. По мнению П. Ж. Хандуева [11], в результате сокращения финансовых, материальных и трудовых ресурсов подорваны основы сельского хозяйства Республики. При этом произошло резкое сокращение площади пахотных земель с 877 тыс. га в 1975 г. до 550 тыс. га в 1995 г., т. е. почти на 40 %. Особо следует отметить, что поголовье овец, дающих наибольшую нагрузку на пастбища, за этот период уменьшилось с 1950 тыс. гол. до 455, т. е. более чем в четыре раза. Процесс консервации пахотных земель стихийно продолжается, в настоящее время со скоростью одного процента в год. За последние 9 лет площадь пашни в Кяхтинском районе сократилась еще на 4532 га (7 %), Мухоршибирском — на 8474 (8 %), Джидинском — на 3230 (9 %), Заиграевском — на 3375 га (9 %).

## **ВЛИЯНИЕ КОНСЕРВАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА СТОК НАНОСОВ**

Для выяснения влияния консервации земель на интенсивность эрозионных процессов в бассейне оз. Байкал нами исследованы временные ряды стока наносов основных рек сельскохозяйственных районов бассейна — Баргузина и Селенги. Следует подчеркнуть, что реки являются основными поставщиками загрязняющих веществ в озеро в твердом и растворенном виде. По оценкам Б. П. Агафонова, в среднем со стоком рек в Байкал ежегодно выносятся 7929 тыс. т растворенного вещества, 2955 тыс. т взвешенного и 917 тыс. т влекаемого материала [12], причем 80 % этого стока обеспечивается Селенгой и Баргузином.

Рис. 2. Многолетняя динамика расходов воды ( $Q$ ) и взвешенных наносов ( $R$ ) в бассейне оз. Байкал.

Расходы наносов: 1 — сглаженные по пятилетиям; 2 — линейный тренд. Расходы воды: 3 — сглаженные по пятилетиям; 4 — линейный тренд.

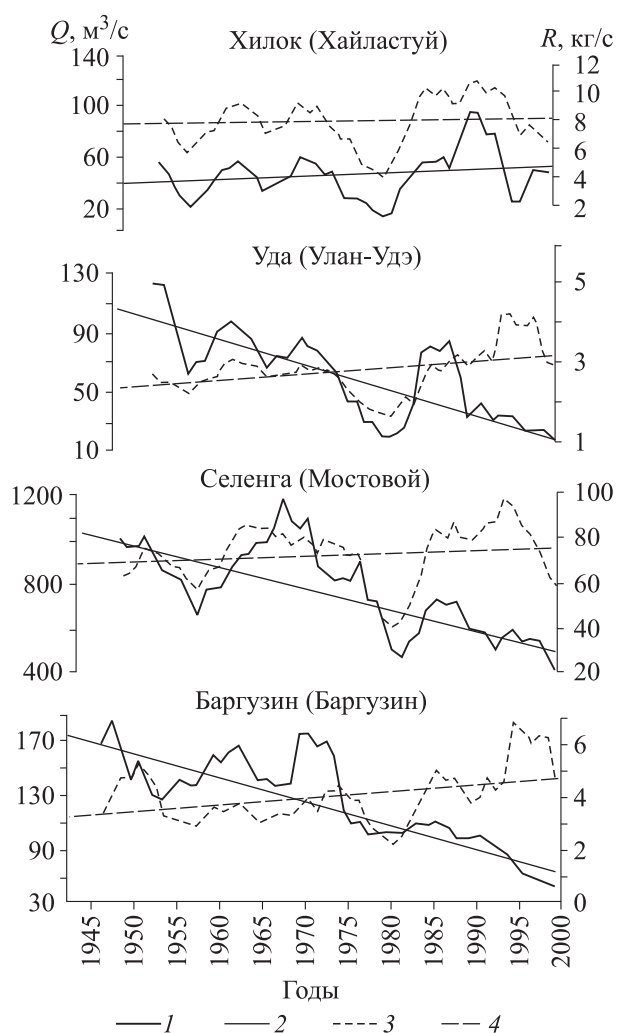
Анализ многолетней динамики стока воды и взвешенных наносов данных рек за вторую половину XX в. выявил четко выраженную цикличность их хода, обусловленную ритмическими колебаниями атмосферного увлажнения. Так, установлено, что фазам повышенной водности рек соответствуют циклы высокого стока взвешенных наносов, указывающие на рост интенсивности эрозионных процессов (рис. 2). Активизация эрозионной деятельности в эти периоды связана как с ростом эрозионной опасности ливней (бассейновая плоскостная и овражная эрозия), так и с увеличением скорости русловых деформаций. Изменение интенсивности бассейновой эрозии во времени, как уже отмечалось, контролируется не только климатическими флуктуациями, но также антропогенной деятельностью.

Для выявления антропогенной составляющей эрозии важное значение имеет анализ скорости изменения уровня ее нагрузки на ландшафты. При медленном росте или, наоборот, снижении, например, распаханности территории (до определенных пределов) или площади свежих рубок изменение интенсивности эрозионных процессов часто происходит постепенно, затухая климатическими факторами. При резком же усилении или ослаблении хозяйственной деятельности антропогенное влияние на эрозионные процессы четко проявляется, что и наблюдается в настоящее время в бассейнах Селенги и Баргузина.

Хорошая согласованность хода стока воды и наносов этих рек отмечалась до 1990-х гг., затем произошло резкое падение стока взвешенных наносов, причем на фоне повышенной водности этих рек (см. рис. 2). Если в первый период коэффициент корреляции между стоком воды и взвешенными наносами для Селенги и Уды составлял 0,65–0,70, то во второй период (при резком сокращении площади пашни и ослаблении пастбищной нагрузки более чем в четыре раза) он снизился до 0,26–0,55.

Следует заметить, что процесс консервации сельскохозяйственных земель в пределах бассейна р. Селенги шел неравномерно. В некоторых хозяйствах произошло практически полное «свертывание» земледелия, в других посевные площади в основном сохранились. Наиболее значительно площадь пахотных земель сократилась в бассейнах Уды и Джиды, несколько менее в бассейне Чикоя и менее всего в бассейне Хилка. В бассейне Уды процесс консервации пахотных земель активно продолжается и в настоящее время. Так, с 1996 по 2004 г. в Кижингинском районе, расположенном в бассейнах рек Кижинга и Худун (левых притоков Уды), площадь пашни сократилась на 10 347 га, т. е. еще на 25 %. За этот же период в бассейне нижнего течения Хилка (Бичурский район), где размещена основная часть посевных площадей, из пашни было изъято всего 1197 га (1 %).

Эти различия в масштабах консервации пахотных земель в бассейнах Уды и Хилка нашли отражение в изменении интенсивности эрозионных процессов и стока взвешенных наносов. Как видно на рис. 2, кривая стока наносов, показывающая их поступление из бассейна в р. Хилок, идет практически параллельно кривой стока воды (коэффициент корреляции между ними равен 0,77), причем их согласованность (в отличие от Уды, Селенги и Баргузина) прослеживается и в последний десятилетний отрезок ряда. Следовательно, изменение интенсивности эрозионных процессов в бассейне Хилка в рассматриваемый период, как и в предыдущие годы, контролируется климатом. Возможно, эффекты консервации пахотных земель, имеющей здесь меньшие масштабы, также нивелируются по сравнению с другими реками более ранним наступлением серии лет пониженной водности. Причем в данном бассейне по направленности влияния на эрозию совпали как природные, так и антропогенные факторы.





В целом же нисходящие тренды стока наносов Селенги и Баргузина (см. рис. 2) иллюстрируют снижение интенсивности эрозионных процессов в бассейне оз. Байкал в конце 20-го столетия. Спад активности эрозионной деятельности отмечается на фоне двух внутривековых фаз изменения водности рек на рассматриваемой территории: маловодной 1976–1982 гг. и многоводной 1983–1998 гг. Если в первую фазу ослабление эрозии имеет климатическую причину, то во вторую обусловлено консервацией сельскохозяйственных земель.

Спад производства в Байкальском регионе в 1990-е гг. привел к снижению антропогенной нагрузки и стабилизации химического состава речных вод. По данным [13], с периода (1971–1974 гг.), для которого был характерен максимум ионного стока рек, наблюдается постепенное снижение концентраций ионов в воде Селенги. То есть интенсивность химической денудации падает, и, соответственно, уменьшается сток растворенных веществ в озеро.

Очевидно, что «свертывание» сельскохозяйственной деятельности в регионе способствует стабилизации также и эоловых процессов, а именно, снижению скорости и объемов эоловой миграции вещества, сокращению площади подвижных песков. Поэтому за последние годы в Баргузинской котловине отмечается уменьшение количества пыльных бурь, происходит зарастание некоторых песчаных массивов [14].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время отмечается улучшение экологической ситуации в бассейне Байкала, обусловленное снижением интенсивности эрозионных и эоловых процессов на фоне консервации сельскохозяйственных земель. Необходимо особо подчеркнуть такое экологически важное следствие происходящих изменений, как сокращение интенсивности бассейновой эрозии и объемов загрязняющих веществ, поступающих с речным стоком в оз. Байкал. Однако в связи со снижением мутности рек и, следовательно, с повышением их эродирующей способности отмечается усиление русловых деформаций Селенги, Уды, Чикоя, Джиды и Баргузина.

Так, по данным Е. А. Ильичевой [15], в дельте р. Селенги в 2003–2007 гг. процессы боковой эрозии приобрели катастрофический характер. Особенно интенсивно (3–4 м/год) происходит подмыв левобережной части русла Селенги, где расположены селения, пастбища и сенокосные угодья. В условиях пониженного поступления наносов нельзя исключить активизацию абразии берегов озера. Однако эти изменения носят временный характер, а именно — до наступления динамического равновесия между стоком наносов, русловой и береговой деятельностью.

По какому сценарию будет изменяться эколого-геоморфологическая обстановка в этом уникальном регионе пока говорить сложно, так как во многом она будет определяться дальнейшей хозяйственной деятельностью в бассейне. Представляется, что следует воспользоваться этой вынужденной «передышкой» в деградации земель для инвентаризации их экологического состояния и принятия взвешенных решений по дальнейшему их использованию, исключающему опустынивание территории.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (08–05–00687-а) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН (№ 16).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Субрегиональная** национальная программа действий по борьбе с опустыниванием для юга Средней Сибири Российской Федерации. — Абакан, 2000. — 294 с.
2. **Белоцерковский М. Ю., Топунов М. В.** Экономическое обоснование нормативных значений допустимого смыва на пахотных землях России // Водохозяйственные проблемы русловедения: Труды Акад. водохоз. наук. — М., 1995. — Вып. 1. — С. 166–173.
3. **Намжилова Л. Г., Тулохонов А. К.** Эволюция аграрного природопользования в Забайкалье. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. — 200 с.
4. **Ларионов Г. А.** Методика средне- и мелкомасштабного картографирования эрозионно опасных земель // Актуальные вопросы эрозиоведения. — М.: Колос, 1984. — С. 41–66.
5. **Тармаев В. А.** Пространственно-временные закономерности оврагообразования в Бурятии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Улан-Удэ, 1998. — 24 с.
6. **Ларионов Г. А.** Эрозия почв и дефляция: основные факторы и количественные оценки: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. — М., 1991. — 53 с.
7. **Иванов А. Д.** Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. — Улан-Удэ, 1966. — 230 с.
8. **Щипек Т., Вика С., Снытко В. А., Буянтуев А. Б.** Фации развеваемых песков Чикой-Селенгинского междуречья в Западном Забайкалье. — Иркутск, 2000. — 71 с.
9. **Обручев В. А.** Сыпучие пески Селенгинской Даурии и необходимость их скорейшего изучения (1905) // Избранные работы по географии Азии. — М.: Географгиз, 1951. — С. 161–171.

10. **Субрегиональная** программа действий по борьбе с опустыниванием для Республики Бурятия, Агинского Бурятского автономного округа и Читинской области. — Улан-Удэ, 2000. — 135 с.
11. **Хандуев П. Ж.** Прогнозирование экономического развития региона (аспекты структурной перестройки). — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1996. — 177 с.
12. **Агафонов Б. П.** Экзолитодинамика Байкальской рифтовой зоны. — Новосибирск: Наука, 1990. — 176 с.
13. **Ходжер Т. В., Сороковикова Л. М.** Оценка поступления растворимых веществ из атмосферы и с речным стоком в озеро Байкал // География и природ. ресурсы. — 2007. — № 3. — С. 185–191.
14. **Баженова О. И.** Тенденции изменения режимов экзогенного рельефообразования на юге Сибири во второй половине XX столетия // География и природ. ресурсы. — 2005. — № 4. — С. 80–86.
15. **Ильичева Е. А.** Динамика структуры речной сети Селенги и ее дельты // География и природ. ресурсы. — 2008. — № 4. — С. 57–63.

*Институт географии СО РАН,  
Иркутск*

*Поступила в редакцию  
25 ноября 2008 г.*