

АГРАРНАЯ РОССИЯ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1

2012

ЧИТАЙТЕ В НОМЕРЕ:

ОСТРЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Воробьёв В. В. Негативное воздействие копчёных продуктов на организм человека. 2

ЖИВОТНОВОДСТВО

Кагермазов Ц. Б., Шахмурзов М. М., Таов И. Х., Кадыкоев Р. Т. Особенности кормления коров в сухостойный период 5

САДОВОДСТВО

Жбанова Е. В. Изменчивость химического состава плодов черной смородины в разных регионах. 10

Кагазежева А. А. Биологические особенности восточно-азиатских сортов груши. 14

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Бельшикина М. Е. Особенности роста, развития и потребность в тепле для прохождения межфазных периодов у разнотипных сортов сои 17

Говорушко С. М. Водная эрозия почвы и проблемы растениеводства 21

ТЕХНИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ

Александрова Л. Н., Ефейкин Д. П. Технические свойства волокна конопли в зависимости от нормы высева 26

ЭКОЛОГИЯ

Еськов Е. К., Еськова М. Д., Кирьякулов В. М. Зависимость загрязненности водных биотопов от расстояния до автомагистралей 28

ЭКОНОМИКА

Глушко А. Я. Орошение как фактор интенсификации деградационных процессов на землях юга европейской части России. 30

РАБОТЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Бурлуцкий В. А. Оптимизация биотехнологии массового производства дигиплоидизированного материала *in vitro* яровой мягкой пшеницы в системе гаплопродюсера *Zea mays* L. 35

Мишина З. А. Факторы эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения 40

Кузичева Н. Ю. Государственное стимулирование инновационного развития садоводства России: достигнутые успехи и пути дальнейшего совершенствования 45

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАСТЕНИЕВОДСТВА

С. М. Говорушко

В статье рассматриваются водная эрозия почвы и проблемы, связанные с ней.

Ключевые слова: эрозия почвы; экономический ущерб; противоэрозионные мероприятия.

WATER EROSION OF SOIL AND CROP PRODUCTION PROBLEMS

S. M. Govorushko

The article considers the water erosion of soil and the problems associated with it.

Keywords: soil erosion; economic damage; erosion control activities.

Эрозия почвы — «разрушение почвы и подстилающей почвообразующей породы поверхностными водами (собственно эрозия) и ветром (дефляция)» [1, с. 350]. В абсолютном выражении этот процесс наиболее развит в Китае, США, Австралии, Канаде, Казахстане, России. В относительном значении наиболее сильно подвержены эрозии территории таких стран, как Болгария и Боливия (80%), Сальвадор (77%). От 50 до 60% территории поражено эрозией в Колумбии, Перу, Непале, Индонезии, Иране, Чехии. Эрозия также наносит большой ущерб земельным ресурсам в Аргентине, Зимбабве, Испании, Словакии, Венгрии, Румынии, Эфиопии, Лесото, Гватемале, Бангладеш и др. [2–7]. Имеющиеся цифры подверженности земель водной эрозии по отдельным континентам: Африка — 25% [8], Европа — 12% [9]. В целом по земному шару эта величина составляет 31% [10]. За последнее столетие на земном шаре эрозией уничтожено 27% пахотных земель [11]. Эрозией выводится из строя более 3 млн га/год [12]. За историческое время человечество потеряло от эрозии около 2 млн км² земель [2, 12, 13].

К основным факторам, определяющим развитие эрозии почв, можно отнести: 1) осадки (количество и интенсивность); 2) характеристики склона (длина, крутизна и экспозиция); 3) растительность; 4) свойства почвы.

Взаимосвязь интенсивности эрозии с численными характеристиками осадков и склонов достаточно очевидна: увеличение одного из параметров обуславливает интенсификацию процесса эрозии, причем в большинстве случаев эта зависимость не линейная, а экспоненциальная.

Влияние экспозиции вызвано более энергичным таянием снега на склонах южных и смежных с ними румбов и, соответственно, более интенсивным поверхностным стоком, а значит, и эрозией.

Что касается растительности, то наиболее мощный противоэрозионный фактор — травяной покров. Стебли гасят кинетическую энергию капель, способствуют проникновению воды вглубь по ходам корневой системы, создают дополнительную шероховатость,

снижающую скорость стекания воды, задерживают почву, смытую с вышележащих участков склона. Большое значение имеет также древесно-кустарниковая растительность. Кроны деревьев и кустарника задерживают большое количество осадков, способствуя их испарению, и ослабляют ударно-разрушающее воздействие дождя на почву. Существенную противоэрозионную роль играет и лесная подстилка благодаря своей большой влагоемкости.

Важнейшими свойствами почвы являются водопроницаемость и противоэрозионная стойкость. От них зависит величина размывающей скорости. Основные характеристики, определяющие противоэрозионную стойкость, — это водопрочность, размеры и доля почвенных агрегатов, сила межагрегатного сцепления, усталостная прочность почвы на разрыв и т.д. [14].

В зависимости от источника поступления воды выделяют три категории эрозии почв: 1) возникающая в результате талого стока; 2) протекающая при преимущественной роли ливневого стока, но с участием талых вод; 3) развивающаяся вследствие ливней.

Смыв тальми водами развит преимущественно в Северном полушарии: север Канады, Аляска, Скандинавия, Прибалтика, Белоруссия, нечерноземная зона России, Сибирь. Процессы эрозии смешанного происхождения распространены на юге Канады и северной половине США (севернее 40° с.ш.), всей зарубежной Европе (кроме Скандинавии, Прибалтики, Белоруссии и Средиземноморья), южной половине Европейской части России. Пояс ливневой эрозии включает юг Евразии и Северной Америки, а также Южную Америку, Африку и Австралию. В России этот вид эрозии развит на Северном Кавказе и Дальнем Востоке [2].

Водная эрозия почвы подразделяется на линейную (овражную) эрозию и плоскостной смыв. Облик оврагов во многом определяется физико-механическими свойствами рыхлых пород, в которых они развиваются. Как правило, поперечный профиль оврага в фазе активного роста представляет собой треугольник, а угол наклона боковых стенок зависит от гранулометрического состава рыхлых пород и колеблется от 36 до 43°.

Можно выделить 4 стадии образования и развития оврагов [15].

Первая стадия проявляется в формировании на поверхности почвы промоины или рытвины глубиной 35–45 см, реже до 1 м, в которой концентрируются потоки талых и дождевых вод. Ее продольный профиль повторяет профиль склона, а устье часто является висячим, т.е. располагается высоко над основанием склона. В дальнейшем происходит ежегодное углубление промоины с постепенным превращением в настоящий овраг.

Вторая стадия — врезание оврага вершиной. Эту часть оврага именуют водобойным колодцем. Она имеет вертикальные боковые и переднюю стенки высотой до 9 м. При падении талых и ливневых вод происходит дробление водяной струи с образованием многочисленных брызг, интенсивно увлажняющих стенки оврага. Переувлажненные рыхлые породы на стенках начинают оплывать и обваливаться вниз, где их измельчает и выносит водный поток. Со временем в передней стенке формируется ниша, разрастающаяся в ширину и высоту. Наконец, под воздействием силы тяжести образовавшийся карниз, состоящий из почвенных горизонтов, обрушивается вниз. Объем обвалившейся части зависит от физико-механических свойств рыхлых пород и почвенного покрова, наличия растительности и т.д.

На третьей стадии наблюдается активный рост оврага в длину с его одновременным углублением и расширением, причем эти параметры тесно связаны друг с другом посредством угла естественного откоса рыхлых пород, прорезаемых оврагом. Для этой стадии характерны свежие, незадернованные склоны с широким развитием процессов обваливания и осыпания. В устье оврага образуется конус выноса, на поверхности которого ежегодно откладывается основная часть выносимых пород. Вследствие этого приустьевая часть оврага постепенно выполаживается, помогая стабилизации склонов. В днище оврага и нижних частях склонов появляется первая растительность.

Четвертая стадия развития (стадия затухания) наступает при приближении продольного профиля оврага к профилю равновесия. В это время прекращается донная эрозия, уменьшаются углы наклона бортов, выполаживаются бровки. По мере увеличения площади задернения склонов и днища снижается вынос рыхлых пород. При полном задернении вынос мелкозема резко сокращается и дальнейшее изменение всех параметров происходит на протяжении столетий и даже тысячелетий. Если всю продолжительность жизни оврага принять за 100 %, то в первые 5 % происходит вынос 35 % объема всего материала, а рост оврага практически прекращается после 60 % времени [15].

В природных условиях *современное оврагообразование* не слишком частое явление, так как подходящие для этого склоны давно эродированы. Оно возможно при совпадении ряда условий, например, выпадении сильных осадков вскоре после выгорания растительности. Большинство образующихся ныне оврагов связано

с деятельностью человека. По данным С. М. Мягкова [16], в России антропогенное происхождение имеют три четверти оврагов. Общая длина оврагов на территории бывшего СССР составляет около 1 млн км и ежегодно растет примерно на 25 тыс. км, при этом только пахотных угодий теряется 150 тыс. га/год. Наиболее широкое распространение овраги имеют в лесостепной и степной зонах. В пределах европейской части бывшего СССР овражно-балочная сеть наиболее густа в Воронежской, Курской, Орловской, Липецкой, Тамбовской и Белгородской областях. Здесь во многих районах *показатель овражности* (суммарная длина оврагов на каждый квадратный километр площади) превышает 3 км. Близкие показатели овражности имеются также в ряде районов Украины, Молдавии, Северного Кавказа, Заволжья и Восточной Сибири [17].

Плоскостной смыв и капельная эрозия. Плоскостной смыв происходит везде, где есть сколько-нибудь значительные осадки. Его скорость измеряется или массой материала, сносимого с единицы площади, или толщиной слоя, сносимого в среднем за год. *Естественная интенсивность* плоскостного смыва на междуречьях равнин умеренного климатического пояса составляет сотые доли миллиметра в год, скорость эрозии около 0,5 мм/год примерно соответствует темпам накопления гумуса в почве, при большей интенсивности происходит снижение мощности плодородного слоя [16].

Капельная эрозия вносит вклад в размыв, как при овражной эрозии, так и плоскостном смыве. Капли дождя повышают размывающую и транспортирующую способность водного потока путем создания в нем дополнительной турбулентности и разрушения структуры почвы. Примерно две трети энергии падающих капель тратится на уплотнение почвы, остальное — на отрыв и перемещение ее частиц. Разбрызгивание почвы, происходящее при ударах капель, также обуславливает некоторое перемещение частиц с верхней части склона на нижнюю, поскольку траектория движения частиц при всплесках вниз по склону длиннее, чем вверх [18].

Интенсивность процессов водной эрозии. В целом по земному шару процессами водной эрозии с пахотных земель *удаляется* около 23 млрд т/год, в том числе: Индия — 4,7; Китай — 3,3; бывший СССР — 2,3; США — 1,5; остальные страны — 10,9 млрд т/год [3]. В России площадь эродированных земель составляет 67 % от эрозионноопасной пашни. В Европейской части она несколько выше (76 %), а в её лесостепной зоне эродированы практически все эрозионноопасные земли [19].

Некоторые цифры интенсивности оврагообразования, плоскостного смыва и водной эрозии в целом по отдельным регионам приведены в табл. 1–3.

Воздействие водной эрозии почвы на сельское хозяйство чрезвычайно велико и проявляется в следующем: а) погребение земель вследствие отложения на них продуктов овражного выноса и плоскостного смыва; б) расчленение земель в результате оврагообра-

зования; в) снижение урожайности сельскохозяйственных культур; г) заполнение продуктами выноса ирригационных каналов.

Масштабы *погребения* ценных сельскохозяйственных земель продуктами овражного выноса весьма значительны. Например, в двух геоморфологических районах (Приобье и Присалаирье), расположенных в Новосибирской области, насчитывается около 800 оврагов. Ежегодно из них выносятся свыше 128 тыс. м³ почв и почвообразующих пород. Общий объем выноса составляет 28,6 млн м³. Сейчас из оборота выведено 509 га сельскохозяйственных угодий, существенная часть которых нарушена вследствие отложения продуктов овражного выноса [15]. В районе сел. Пекарнях (Украина) в 1926 г. только после одного ливня овражными отложениями было занесено около 30 га огородов [17].

Расчленение земель в результате оврагообразования — важный фактор воздействия эрозии на растениеводство. Линейный рост и расширение оврагов приводит к потере площадей сельскохозяйственных угодий. Например, в пределах водосборной площади Новосибирского водохранилища насчитывается 214 оврагов, при этом ими нарушено 178 га пахотных земель [15]. Кроме этого расчленение земель осложняет работу на полях сельскохозяйственной техники.

Развитие эрозии серьезно отражается на почвенном плодородии и, соответственно, на *урожайности* сельскохозяйственных культур. Уменьшение глубины почвенного слоя снижает полезную влагоемкость и уменьшает мощность слоя, в котором может происходить развитие корней. В результате вымывания органического материала ослабевают влагоудерживающие свойства почвы. При капельной эрозии нередко про-

Таблица 1. Скорость роста оврагов в различных регионах (в м/год)

Регион	Линейная	Углубление	Источник
Юг Сибири	от 0,06 до 50 – 70, в среднем 3 – 5	...	[20]
Европейская часть России	0,5 – 2,0	...	
Юг Восточной Сибири	0,5 – 2,5	...	[21]
Бассейн Новосибирского водохранилища	2,0	...	[15]
Степная зона бывшего СССР	4 – 6	1,0	[16]
Предгорья Средней Азии	до 100, на поливных землях до 165	...	
Тропики	—	до 20	
	0,7 – 10 до 100 – 150	...	[22]
Молдавия	1,3	...	[3]
Поволжье	до 12, в среднем 0,8	...	
Удмуртия	1,2 – 2,4	...	[23]
Поволжье	1,9 – 7,2	...	
Тульская область	2,2 – 7,0	...	
Центральная часть России	1,5 – 2,5	...	

исходит уплотнение почвы и образование корки, что неблагоприятно отражается на прорастании семян и укоренении всходов. Сильная эрозия может быть причиной массового выноса семян [28]. При смыве почвы с пашни сносится от 10 до 30 % вносимых удобрений и пестицидов [18].

Тем не менее главной причиной снижения плодородия вследствие почвенной эрозии является вынос питательных веществ и многих химических элементов, необходимых для формирования растений. Органическое вещество преимущественно находится в верхней части почвенного профиля и обладает низкой плот-

Таблица 2. Интенсивность плоскостного смыва пашни в различных регионах

Регион	Величина ежегодного плоскостного смыва		Источник
	т/га	см	
Гумидные районы востока США (сельскохозяйственные земли)	более 11,2 на 40 % пашни	0,089	[24]
Гумидные районы востока США	более 22,4 на 12,7 % пашни	0,178	
Канада	6,7 – 9,1 под пропашными культурами	...	[25]
	2,6 – 3,4 (травы и зерновые)	...	
	0,4 (пастбища)	...	
Бельгия	15	...	
Индия	66	...	
Россия, в целом	4,3	...	[23]
Европейская часть	4,6	...	
Лесная, в целом	6,7	...	
Северо- и среднетаежная	7,8	...	
Южно-таежная	6,6	...	
Лесостепная	4,6	...	
Степная	3,6	...	
Сибирь	3,4	...	
Лесная	5,1	...	
Лесостепная	3,0	...	
Степная	3,3	...	
Южная часть Ставропольской возвышенности	20 – 40	...	
Ильменско-Ловатская равнина	0,72	...	
Южная часть Валдайской возвышенности	12,7	...	
Южная часть Средне-русской возвышенности	5,87	...	
Центр Окско-Донской низменности	1,29	...	
Штат Айова, США	211	0,3	[26]
Запад штата Айова	45	...	
Лесостепь Предуралья	34,4 – 52,6	...	
Бие-Чумышская возвышенность	5 – 10	...	[14]
Плато юга Средней Сибири	5 – 7	...	
Юг Забайкалья	1 – 3	...	
Правобережье низовьев Оки и Камы	10 – 15	...	
Приханкайская низменность	1 – 3	...	

ностью. В силу этого оно выносится из почвы в первую очередь. Во многих типах почв органическое вещество вносит решающий вклад в ёмкость катионного обмена, а также является источником минерального азота и аккумулятором значительной части азота, вносимого с минеральными удобрениями. Вследствие этого снижение запасов гумуса непосредственно влияет на круговорот питательных веществ в агроэкосистеме.

Водно-растворимый гумус и подвижные гуминовые кислоты являются источником наиболее доступных элементов питания растений. Их потеря вследствие эрозии весьма значительна. Например, в Присалаирье на оподзоленных черноземах ежегодно теряется около 35 кг/га подвижных гуминовых кислот, в Кузнецкой котловине с широким распространением выщелоченных черноземов ежегодные потери составляют 54 кг/га, а в Приобье, где преимущественно развиты обыкновенные черноземы, теряется до 70 кг/га в год [34]. Кроме этого, гуминовые кислоты выступают в качестве органического клея, и их потеря способствует распылению структуры пахотного слоя почв и снижению эрозионной стойкости черноземов.

Вынос питательных веществ и химических элементов вследствие эрозии очень велик. В масштабах России ежегодно теряется гумуса — 40 млн т, калия — 18,6 млн т, азота — 2 млн т, фосфора — 1,1 млн т [35]. Вследствие этого происходит значительное снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Например, в США при значительной эрозии снижение урожайности в среднем составляет [24]: кукуруза — 24 %, соя — 26 %, зерновые колосовые — 21 %, кормовые культуры — 16 %. Основной причиной упадка некогда процветавшей в Центральной Америке культуры Майя признается именно потеря почвенного плодородия вследствие эрозии [36]. Вынос рыхлого материала вследствие овражной эрозии и плоскостного смыва приводит к перегораживанию ирригационных каналов.

В глобальном масштабе размер экономического ущерба от эрозии почвы вместе с дефляцией был оценен нами в 20 – 25 млрд дол./год [37]. Позднее расчеты применительно к дефляции дали величину 5 – 7

млрд. дол. [38], т.е. на водную эрозию приходится основная часть ущерба (15 – 18 млрд. дол.). Очевидно, что значительная часть убытков приходится на сельское хозяйство. Детальная работа по оценке финансовых убытков от эрозии почвы проведена для о-ва Ява (Индонезия). Суммарный ущерб от нее составляет 373 млн дол. в год, в том числе: 315 млн дол. (84,5 %) обусловлены убытками для сельского хозяйства, 10 млн дол. (2,7 %) — заиливанием ирригационных каналов, 2 млн дол. (0,5 %) — затраты на дноуглубительные работы в портах, 46 млн дол. (12,3 %) вызваны заиливанием водохранилищ [39].

Скорее всего, данные пропорции для земного шара в целом несколько иные. Так, определенная часть ущерба будет связана с влиянием овражной эрозии на автомобильные и железные дороги (разрушение дорог, строительство объездов и мостов и т.д.), других линейных сооружений (линии электропередачи и связи, трубопроводы, подземные коммуникации). Однако, по всей видимости, не менее 75 % ущерба вызвано воздействием на сельское хозяйство.

Возможны два пути **повышения эрозионной устойчивости земель** [40]: 1) снижение эродирующей силы склоновых потоков; 2) увеличение сопротивления размыву почв.

Первый путь возможен при уменьшении слоя активного стока (увеличение водопроницаемости и влагоемкости почв, регулирование стока, повышение аккумулярующей способности и шероховатости поверхности). Это осуществляется благодаря использованию противоэрозионных приемов обработки почвы, лесо- и лугомелиорации, стокоперехватывающих систем.

Второй путь ориентирован на специальные способы обработки, мульчирование, включение в севообороты эффективных в противоэрозионном отношении сельскохозяйственных культур, внесение в почву специальных препаратов.

Противоэрозионные мероприятия подразделяются на следующие виды [41]: 1) организационно-хозяйственные; 2) агротехнические; 3) лесомелиоративные; 4) гидротехнические.

Цель *организационно-хозяйственных мероприятий* — препятствовать дальнейшему развитию эрозии установлением оптимальной структуры угодий и посевных площадей, включения в севообороты эффективных в противоэрозионном отношении культур, организации территории хозяйств, изменения их границ и т.д.

Агротехнические мероприятия направлены на снижение эродирующей силы склоновых потоков за счет уменьшения слоя активного стока и увеличения сопротивления почв размыву. Для этого необходимо повышение аккумулярующей способности почв, т.е. их водопроницаемости и влагоемкости, увеличение шероховатости поверхности и т.д. Это достигается благодаря использованию противоэрозионных приемов обработки почвы, залужению, посадке плодоносящих много-

Таблица 3. Суммарная величина почвенной эрозии по отдельным регионам

Регион	В среднем по региону		Источник
	т/га	см	
Земной шар в целом	—	0,038	[27]
США	до 30	...	[28]
	13	...	[31]
	18	...	[29]
США (восточные штаты)	2,74	...	[24]
США (штаты в дельте Миссисипи)	до 51,6	...	
Австралия	5,5 (пашня)	...	[30]
	>1 (пастбища)	...	
Центральная Бельгия	10 – 25	...	[29]
Китай	до 40	...	[31]
Китай (лессовое плато)	более 100	...	[32]
	до 115	...	[33]

летних насаждений, внесению в почву специальных препаратов и т.д.

Лесомелиоративные мероприятия заключаются в облесении оврагов, посадке лесополос на водораздельных склонах, по берегам рек, прудов и озер.

Гидротехнические сооружения предназначены для прямого регулирования поверхностного стока. Они подразделяются на водонаправляющие (нагорные каналы, валы-распылители и т.д.), водосборные (пруды, валы-террасы и т.д.), водосбросные (перепады, быстротоки и т.д.), донные (запруды, пороги и т.д.) сооружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. — М.: Сов. Энциклопедия, 1988. — 431 с.
2. Горшков С. П. Эколого-географические основы охраны природы. — М.: Изд-во МГУ, 1992. — 124 с.
3. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии. — М.: Желдориздат, 2001. — 592 с.
4. XX век: последние 10 лет / Под ред. Л. Брауна. — М.: Прогресс-Пангея, 1992. — 328 с.
5. Габбасова И. М., Хабиров И. К. / Аграрная Россия. 2009. № 3. С. 29 – 34.
6. Хотунцев Ю. А. Экология и экологическая безопасность. — М.: Академия, 2002. — 478 с.
7. Chmelova R., Sarapatka B. / Acta Univ. Palack. Olomuc. Fac. Rerum. Natur. Geogr. 2002. No. 37. P. 23 – 30.
8. Глобальная экологическая перспектива — 3. Прошлое, настоящее и перспективы на будущее. — М.: ЮНЕП-2002, 2002. — 504 с.
9. Пробл. окруж. среды и природ. ресурсов. 1997. № 11. С. 2 – 54.
10. Семенова-Тян-Шанская А. М. Мир растений и люди. — Л.: Наука, 1986. — 174 с.
11. Кормилицин В. И., Цицкишвили М. С., Яламов Ю. И. Основы экологии: Учеб. пособие. — М., 1994. — 164 с.
12. Белозерский Г. Н., Вуглинский В. С., Лавров С. Б. и др. Основы геоэкологии. — СПб.: Изд-во СПб. ун-ва, 1994. — 351 с.
13. Журавлев В. П., Серпокрылов Н. С., Пушненко С. Л. Охрана окружающей среды в строительстве. — М.: АСВ, 1995. — 328 с.
14. Экзогенные геологические опасности / Под ред. В. М. Кутепова, А. И. Шеко. — М.: КРУК, 2002. — 348 с. (Природные опасности России. Т. 3)
15. Танасиенко А. А., Путилин А. Ф., Артамонова В. С. Экологические аспекты эрозионных процессов. — Новосибирск, 1999. — 89 с.
16. Мягков С. М. География природного риска. — М.: Изд-во МГУ, 1995. — 222 с.
17. Ломтадзе В. Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. — Л.: Недра, 1977. — 479 с.
18. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Эрозия и охрана почв. — М.: Изд-во МГУ, 1996. — 335 с.
19. Кирюхина З. П., Пацукевич З. В. / Тез. 18 плен. Межвуз. координ. совещ. по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. — Курск: Изд-во Курского гос. ун-ва, 2003. С. 136 – 137.
20. Рыжов Ю. В. / Геогр. и природ. ресурсы. 1995. № 3. С. 101 – 110.
21. Рыжов Ю. В. / Изв. Рус. геогр. об-ва. 2003. Вып. 135. № 1. С. 70 – 77.
22. Овражная эрозия. — М., 1989. — 237 с.
23. Природно-антропогенные процессы и экологический риск. — М.: Городец, 2004. — 615 с. (География, общество, окружающая среда. Т. IV).
24. Вудмэнси Б. М., Дайер М. И., Джэксон В. и др. Сельскохозяйственные экосистемы. — М.: Агропромиздат, 1987. — 223 с.
25. Минеев В. Г. Экологические проблемы агрохимии. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 285 с.
26. Горшков С. П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. — М.: Недра, 1982. — 286 с.
27. Yang D. W., Kanae S., Oki T., et al. / Hydrol. Proc. 2003. V. 17(14). P. 2913 – 2928.
28. Goudie A. Human Impact on the Natural Environment. — Oxford: Blackwell Publishers, 1997. — 454 p.
29. Allaby M. Basics of Environmental Science. — London: Routledge, 1996. — 297 p.
30. Loughran R. J., Elliot G. L., McFarlane, Campbell B. L. / Australian Geogr. Stud. 2004. V. 42. P. 221.
31. Pimentel D., Bailey O., Kim P., et al. / Environ. Develop. Sustainable. 1999. No. 1. P. 19 – 39.
32. Pan J-h., Dong X-f. / J. Northwest. Univ. Natur. Sci. 2006. V. 42. Issue 2. P. 85 – 89.
33. Дедков А. П., Мозжерин В. И. / Геоморфология Центральной Азии. — Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-ва, 2001. С. 75 – 77.
34. Ковалёва С. Р., Танасиенко А. А., Путилин А. Ф. / Почвоведение. 1998. № 6. С. 719 – 726.
35. Экологический энциклопедический словарь. — М.: Ноосфера, 1999. — 930 с.
36. Небел Б. Наука об окружающей среде. — М.: Мир, 1993. Т. 1. — 256 с.
37. Говорушко С. М. Автореф. дис. докт. геогр. наук. — Барнаул, 2002.
38. Говорушко С. М. / Геоморфология. 2007. № 3. С. 37 – 46.
39. Magrath W., Arens P. The Costs of Soil Erosion in Java: A National Resource Accounting Approach. Environment Department Working Paper No. 18. — Washington, D. C.: World Bank, 1989.
40. Бастраков Г. В. Эрозионная устойчивость рельефа и противозерозионная защита земель. — Брянск: Изд-во БГПИ, 1993. — 260 с.
41. Алексеев Н. А. Стихийные явления в природе. — М.: Мысль, 1988. — 254 с.

Поступила 27.04.2011

Говорушко С. М., докт. геогр. наук, ст. науч. сотр.
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток
sgovor@tig.dvo.ru