

CHANGES OF LOWER VYCHEGDA RIVERBED RELIEF IN THE COURSE OF DREDGING AND AFTER ITS FINISHING

V.V. IVANOV, A.V. CHERNOV

Summary

The paper discusses the problems of a large river morphodynamics in the course of artificial channel straightening and after that, the Lower Vycheгда taken as an example. There are dune bedforms (riffles) of various size and morphology in its channel. During the period of intensive dredging many riffles were completely destroyed, others became morphologically simpler and the dynamics of their periodic reformations became simpler too. Since 1991 artificial dredging almost ceased. Some of the riffles have returned to the natural state while others have kept the human induces mode of channel deformation and relatively larger depths. At downstream ends of straight channel sections the new very shallow riffles were formed, being of maximum for the Vycheгда wavelength and not eroded during the low water level period. These riffles did not exist under natural conditions prior to dredging. They formed due to irreversible anthropogenic changes of channel deformation regime on upstream riffles.

УДК 551.4.35.162(470.333.25)

© 2007 г. С.Н. КОВАЛЕВ, М.В. ВЕРЕТЕННИКОВА, Е.Ф. ЗОРИНА

ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ПРИРОДНОГО ПАМЯТНИКА “ВЕРХНИЙ И НИЖНИЙ СУДКИ” В г. БРЯНСКЕ¹

Развитие овражно-балочных систем в крупных городах создает комплекс проблем, связанных со спецификой использования земель, пораженных линейной эрозией, угрозой разрушения жилых и хозяйственных построек, а так же химическим загрязнением прилегающих территорий при использовании оврагов и балок под свалки. Последнее широко практикуется даже в центральных частях крупных городов. Например: в Москве на Мосфильмовской улице, где расположены посольства Германии, Швеции, торгпредства ряда стран участок оврага превращен в свалку. Местами свалок служат и занимающие центр г. Брянска балочные системы Верхний и Нижний Судки. Подобная эксплуатация городских территорий непоправимо разрушает природные системы, ухудшает экологическую обстановку в городах и наносит значительный ущерб здоровью людей. Для решения таких проблем требуются значительные материально-технические ресурсы, а так же научно обоснованная система развития инфраструктуры городов. В некоторых областных центрах – Воронеже, Курске, Нижнем Новгороде, Чите, Брянске существует реальная опасность активизации современных и образования новых овражных форм.

Потребность городских агломераций в максимальном использовании территории приводит к возникновению конфликтных ситуаций, когда расширение площади застройки ограничено возможностью использования под строительство водосборов овражно-балочных систем. Даже в таких мегаполисах, как Москва, где на благоустройство выделяются большие материальные ресурсы, мероприятия по ограничению развития оврагов нередко оказываются безрезультатными. В последние годы параллельно с ростом жилищного строительства, увеличением парка городского транспорта и личных автомашин, все острее встает вопрос сохранения и защиты рекреационных зон, создания природных заповедников в черте городов, восстановления и расширения территорий зеленых насаждений.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64569) и программы поддержки научных исследований, проводимых научными школами РФ (НШ-4884.2006.5).

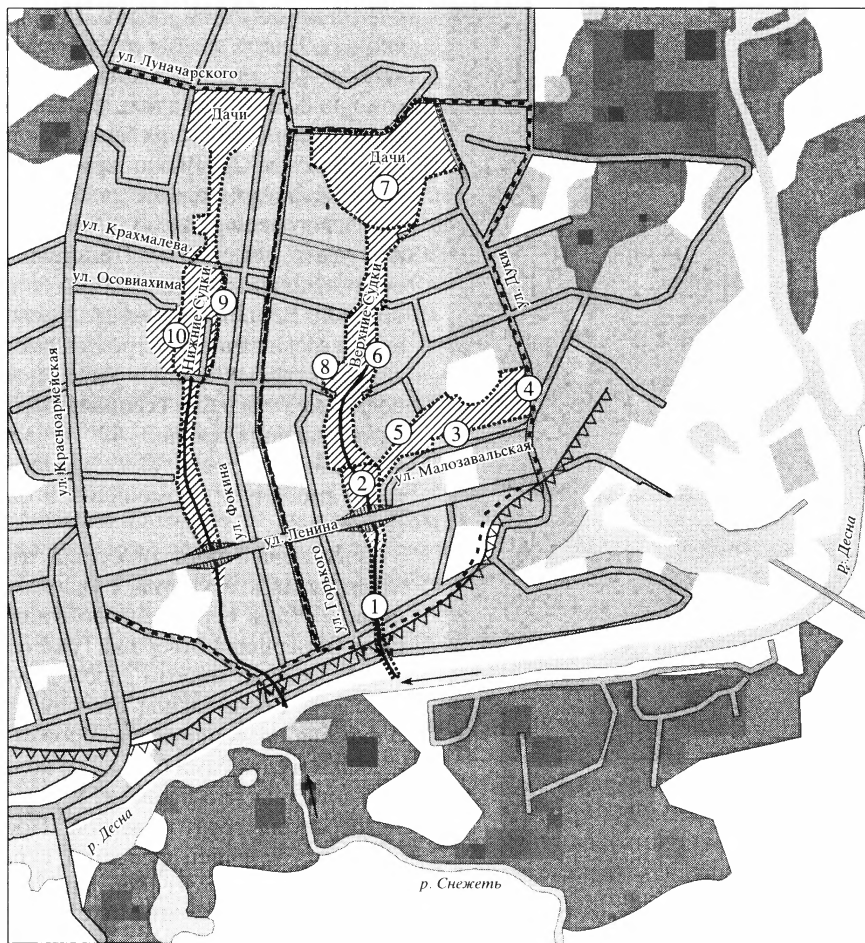


Рис. 1. Балочные системы г. Брянска с участками развития эрозионных процессов на склонах разной морфологии
 1 – городские кварталы, 2 – лесопарковые территории, 3 – улицы, 4 – коренной берег р. Десны, 5 – границы водосборов балок, 6 – территория балок, 7 – номера участков

Примером попытки разрешения противоречий, возникающих при взаимодействии развивающегося города и его рельефа является ситуация, сложившаяся в г. Брянске, центр которого располагается на живописных водосборах балочных систем Верхний и Нижний Судки (рис. 1). В средних частях, ближе к устью, балки пересечены глухими дамбами, где проложен один из городских проспектов. Почти весь водосбор балок застроен, верхняя приводораздельная часть занята садовыми участками, а приречная территория в значительной степени отведена под индивидуальные гаражи. В настоящее время балкам города придан статус памятника природы областного значения “Верхний и Нижний Судки с родниками и бровками отрогами и отвершками (Брянские балки)”.

Протяженность балок составляет 2,5–3,0 км, ширина в устьевой части – 500–600 м, максимальная глубина – до 60 м. Днище балки Верхний Судок в приустьевой части имеет выработанный продольный профиль, сток воды канализован. Левый борт балки от устья до дамбы представляет собой крутой, во многих местах оползневой и

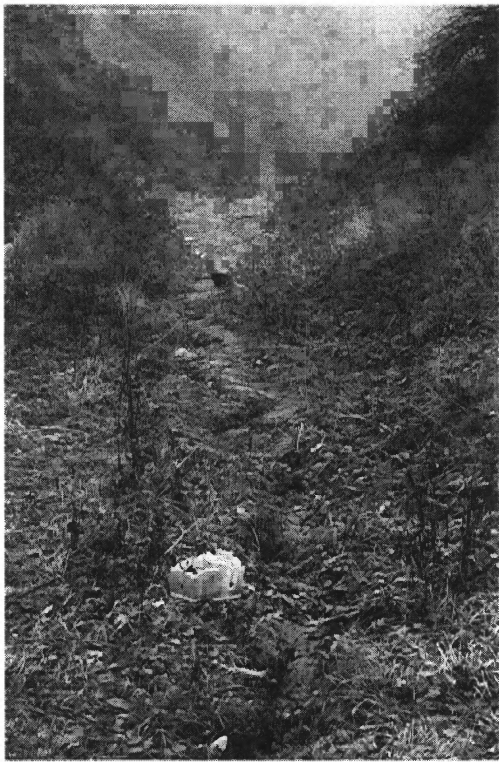


Рис. 2. Донный врез в левом отвершке балки Нижний Судок

роклимат в приземном слое, формирование талого стока происходит быстро и в большом объеме, что в совокупности с оттаявшими грунтами вызывает разрыв вершины и образование суффозионных воронок. Правый борт отвершка (участок 5) как и левый крутой, имеет углы наклона свыше $40\text{--}45^\circ$, обвальнo-осыпной, с промоинами и растущим линейным врезом. К устью правый борт отвершка выполаживается. Практически $2/3$ площади днища отвершка от устья к вершине заболочено. Днище балки Нижний Судок у устья обладает выработанным продольным профилем, сток воды канализирован. На всем правом борту балки от дамбы до вершины развиваются оплывины и обвальнo-осыпные процессы (участок 9). Уклон борта значительный. Местами оползнями и линейными размывами разрушается асфальтовое покрытие улиц, проходящих вблизи бортов балки. В месте сочленения дамбы с правым бортом образовался активный в настоящее время овраг. Левый борт балки Нижний Судок – крутой с углами наклона, изменяющимися по длине от 25 до 35° (участок 10). Вершина балки разветвляется на три отвершка, из которых центральный и правый слабо активны. Левый отвершек имеет две вершины с крутыми бортами (более 30°). В днище развивается донный врез (рис. 2).

На бортах обеих балок, несмотря на попытки ограничить развитие эрозионных и склоновых процессов они не только не затухают, но в некоторых местах активизируются. Одна из причин активизации – недоучет особенностей рельефа при строительстве, что совершенно недопустимо для города с такими перепадами высот, какие можно наблюдать в г. Брянске. Город расположен на трех уровнях: *верхний* – Детинец, наиболее возвышенная часть в центре города, где в XVI в. был построен монастырь; *средний уровень* – коренной берег р. Десны, основная территория города; *нижний уровень* – днища балок, застроенные частными одноэтажными домами.

обвальнo-осыпной склон (рис. 1, участок 1). Выше дамбы этот борт крутизной до 45° эрозионноопасен вплоть до отвершка, идущего вдоль ул. Малоозавальской. Здесь активно развиваются промоины (участок 2). Выше крутизна левого борта балки изменяется от $15\text{--}20^\circ$ у впадения левого отвершка до 30° в привершинной части (участок 6). Практически весь борт осложнен оплывинами, оползнями, осовами. Вершинные овраги, располагающиеся среди дачной застройки, имеют признаки активных форм – крутые, незадернованные, обвальнo-осыпные борта с углами наклона свыше 40° (участок 7). Правый борт балки также эрозионноопасен и изобилует промоинами и оврагами (участок 8).

Весь левый борт отвершка вдоль ул. Малоозавальской крутой, с уклонами близкими к углам естественного откоса (участок 3). Вершина отвершка (участок 4) активна, чему во многом способствует суффозия. В значительной степени эрозия и суффозия провоцируются сбросом коммунальными службами большого количества опада листвы, что приводит к увеличению температуры грунтов весной. Поскольку этот участок лишен древостоя, скрепляющего корнями грунт и создающего микроклимат

Планировка улиц способствует концентрации потоков поверхностных вод. Длинные проспекты, идущие параллельно балкам, в периоды снеготаяния и дождей собирают большие массы воды, не уходящие в подземный сток из-за водонепроницаемости асфальта и отсутствия в городе ливневой канализации. Естественные водосборы привязанных к балкам линейных форм, в частности оврагов, поставляют всю собираемую воду в балки. Следуя понижениям рельефа в средней и верхней частях этих водосборов, проспекты создают условия для перелива талых и дождевых вод через бордюрный камень и сброс воды в балки. Например, по ул. Фокина, проходящей вдоль склона балки Нижний Судок, разрушение дорожного покрытия и бордюрного камня привело к образованию активного крупного оврага, который может угрожать целостности асфальтового покрытия этой улицы. Овраг продолжается в виде донного вреза в днище балки глубиной свыше 2 м. Особенно недопустимы случаи использования линейных эрозионных форм как водосбросов с территорий, занятых жилыми или промышленными постройками, что повсеместно наблюдается в городе. Так, на правом борту отвершка балки Верхний Судок, напротив ул. Малолавальской прослеживается растущий линейный врез, в который сбрасывается вода с заводской территории. Часть ограждения завода уже разрушена.

Активизация эрозионного процесса стимулируется и искусственным увеличением водосборной площади линейной формы. Например, вершина правого отвершка балки Нижний Судок, идущего параллельно ул. Осовиахима активна за счет перераспределения стока между домами и концентрации между гаражами. Организованный сток по ул. Осовиахима сбрасывается через трубу на правый борт балки, в результате чего образовался овраг с четырехметровым уступом в вершине. Особо опасна бровка балки в районе улиц Пролетарская и Фокина, где в результате развития эрозионных процессов, вызвавших активизацию оползней, быстро разрушается левый борт балки Нижний Судок.

Нередко эрозию активизируют изыскательские и подготовительные работы при строительстве. Примером может служить строительная площадка жилого дома по Малолавальской улице вблизи вершины левого отвершка балки (рис. 1, участок 4). Площадка располагается между двумя небольшими оврагами на высоте 16 м над днищем балки. Нарушение дернового покрова в результате изыскательских и подготовительных работ (бурение, перемещение тяжелой техники, выравнивание грунта) привело к резкой активизации существующих оврагов и возникновению новых. Уже имевшиеся овраги за год приросли на 1,5–2 м. За этот же год образовались три новые быстро растущие эрозионные формы. Посадка деревьев в качестве противоэрозионного мероприятия не только не притормозила развитие оврагов, а напротив, создала новые линии тока по междурядьям, активизировала процесс.

Опыт показал, что в городе импульсом роста оврагов может служить сооружение комплексов, предназначенных для борьбы с эрозией: систем обводов, водосбросов (быстроотоков) и искусственных водосборов. Практически все здания, расположенные вблизи бортов балок имеют трещины и опасны для эксплуатации, несмотря на укрепление бровок бетонными плитами. Это связано с тем, что борта балок имеют большие уклоны, грунты, их слагающие, легко размываются и очень подвержены эрозионным и склоновым процессам. Дополнительные нагрузки в зоне бровки приводят к нарушению хрупкого равновесия и аварийности создаваемых здесь сооружений. Быстроотоки, не имеющие в устьевых частях при выходе на грунт распылителей стока или усиленной шероховатости, оказываются подмытыми и быстро разрушаются. Потоки воды, сбрасываемые через них, достигают значительных скоростей, при выходе на склоны размывают их и, как правило, формируют эрозионную ступень, которая продвигается затем вверх по склону. Устьевая часть быстроотока теряет опору на грунт и может либо разрушиться, либо работать как консоль, падая с которой вода усиленно размывает грунт и образует водобойный колодец. В обоих случаях от устья быстроотока начинается эрозионный врез, продвигающийся как поступательно вниз по склону, так и регрессивно вверх. Таков левый двухвершинный отвершек балки Нижний Судок, вершины которого превращены в свалку, что в некоторой степени так



Рис. 3. Разрушенный быстроток



Рис. 4. Канал в днище балки

же активизирует рост оврагов. На обоих бортах основного отвершка располагаются гаражи, а на левом – производственная территория, с которой происходит неорганизованный сброс воды. Строительство быстротока на левом борту основного отвершка не привело к стабилизации процесса – сооружение разрушено растущим оврагом (рис. 3).

Огромное влияние на линейную эрозию на склонах балок оказывает строительство личных гаражей. Они располагаются не только на бортах балок, но нередко встраиваются в их борта или в естественные эрозионные понижения, что разрушает сам природный объект. Строительство гаражей спровоцировало рост оврагов в результате активного размыва бортов балок сбросными водами, как естественного так и техногенного происхождения. В верховьях балки Верхний Судок, по левому ее борту, оползни и растущие овраги уничтожают деревья, специально посаженные здесь для борьбы с овражной эрозией. Посадки, датируемые 1964 г., к настоящему времени сохранились не более, чем на четверти территории. Как сообщают местные жители, наибольшая активизация оползней и оврагов связана со строительством гаражей по бортам отвершков; за это же время днища балок за счет оползней и выносов из оврагов повысились на 2–3 м. Возникла опасность разрушения не только самих гаражей, но и расположенных поблизости жилых зданий.

Другой тип воздействия города на линейную эрозию – использование верховий балок под садовые участки. Они находятся близко к центру Брянска и поэтому окружены строениями и заасфальтированными площадками и улицами, с которых значительный объем стока талых и ливневых вод направляется на участки. Сами по себе садовые участки, располагающиеся вблизи бровки склонов и на склонах балок, играют даже некоторую противозерозийную роль – благодаря им значительная часть воды распыляется или задерживается. Вместе с тем, хаотичность застройки и непродуман-

ный отвод больших объемов поверхностного стока на неподготовленные, не спланированные территории приводят к образованию новых и возрождению старых оврагов. Несмотря на попытки террасирования и укрепления бортов балки, занятых дачами, склоновые процессы не затухают. Владельцы участков, расположенных на бортах и, особенно, в днищах, пытаются зарегулировать временный сток воды в периоды половодий и ливней. Практически на всем протяжении днища балки Нижний Судок от вершины до моста на ул. Крохмалева прокопан канал для стока талых и ливневых вод, который, по словам землевладельцев, помогает слабо, и во время обильных осадков или весной все днище балки покрывается водой (рис. 4). Но если такая форма борьбы с временными потоками имеет хотя бы какой-то положительный результат, то в других случаях непродуманная и стихийная деятельность владельцев участков приводит к прямо противоположному эффекту. Вместе с тем необходимо принимать во внимание, что уничтожение дачных участков и строительство многоэтажных зданий с применением тяжелой техники в верховьях балок безусловно приведет к активизации оврагообразования, что естественно повлечет за собой значительные капиталовложения на последующее планирование, организацию и проведение противоэрозионных мер.

Одним из важных экологических последствий использования городских овражно-балочных систем под свалки бытовых и промышленных отходов является химическое загрязнение. Практически полное отсутствие коммунальной системы вывоза бытового мусора с территории частной застройки привело к тому, что везде, где кварталы частных домов близко подходят к бортам балок или вершинам отвершков, последние засыпаны бытовым мусором. К сожалению, частный сектор не является единственным, а тем более основным поставщиком отходов; городские службы и предприятия вносят свой вклад в превращение в свалку балок и оврагов Брянска. В верховьях левого отвершка Верхнего Судка практически узаконена свалка городского мусора. Особую лепту вносят гаражные постройки, с территории которых поступает не только разнообразный мусор (старые покрышки, емкости из-под масел и лакокрасочных изделий, разбитые аккумуляторы и т. п.), но и стоки, загрязненных ГСМ вод. Располагающиеся в верховьях балок дачные поселки добавляют к этому еще и бытовые стоки. С этих же территорий в овражно-балочные системы, имеющие постоянные водотоки, попадают разнообразные удобрения и ядохимикаты, при этом «свалкоопасными» являются 2 / 3 длины балок.

Отсутствие ливневой канализации привело к тому, что основная часть стока поверхностных вод Центрального района города попадает в балки и далее в виде поверхностных и грунтовых вод достигает р. Десны. При этом жители близлежащих частных домов пользуются колодцами, расположенными в днищах балок. Помимо этого, в районах частной застройки отсутствует бытовая канализация, и все отходы также попадают в постоянные водотоки – ручьи на дне балок. Ближе к устьевым частям балок наилкок приобретает черный цвет, а в руслах почти полностью отсутствует водная растительность.

Серьезную экологическую проблему создает расположенный на правом борту балки Нижний Судок рынок, превративший прилегающую к нему территорию склона балки в большую свалку. В целях оздоровления территории мусор был засыпан грунтом. Поскольку работы проводились глубокой осенью, то впоследствии грунт был перемешан со снегом, и на нем не сформировалась дернина. Это вызвало образование просадок и новых размывов весной. К просадкам приводит и гниение органического мусора под насыщенным грунтом, поскольку при этом изменяется состав и объем гниющей толщи.

Анализ процессов, происходящих в результате взаимодействия города и овражно-балочных систем показал, что большая часть отвершков и оврагов, входящих в эти системы, активны и находятся на стадии увеличения своей длины и ширины. Крутизна и тип склонов (оползневые, оплывинные, обвально-осыпные) свидетельствуют о незавершенности процесса развития бортов балок и их отвершков. В связи с этим все попытки использовать балочный водосбор под строительство вызывают ответную реакцию системы, выражающуюся в активизации эрозионных процессов, а также в изменении инженерно-геологических и гидрологических условий на водосборе. При полной

или частичной засыпке оврагов или отвершков балок происходит подтопление зданий, поскольку территория лишается естественной дренажной сети.

Превращение оврагов и балок в свалки приводит к тому, что в городские водоемы попадают осадки, профильтрованные через промышленные и бытовые отходы. Антропогенное воздействие уничтожает растительность и животных. В конечном счете, ухудшение экологического состояния овражно-балочных систем непосредственно воздействует на экологическое состояние всего города.

Результаты натуральных наблюдений выявили необходимость обоснования границ территории охранной зоны памятника природы – “Брянские балки”. При этом за основу были приняты следующие положения:

1. Балки Верхний и Нижний Судки с водосборными бассейнами и всеми отвершками и оврагами являются единой системой.

2. Рост линейных эрозионных врезов, как в днище балок, так и по их бортам и отвершкам продолжается в настоящее время и существует потенциальная возможность его дальнейшего развития: появятся новые овражные врезы на бортах, расширятся днища и отступят откосы склонов под воздействием карста, оползней, суффозии.

3. Поскольку развитие эрозионных форм является естественным природным процессом, контуры Памятника должны быть проведены с учетом потенциала развития овражно-балочных систем, как единого природного комплекса, границы которого определяются с использованием расчетного алгоритма, разработанного в Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева МГУ [1].

4. В пределы памятника природы, кроме самих линейных отрицательных форм рельефа должны быть включены площади, примыкающие к балкам в тех случаях, когда по прогнозу ожидается отступление бортов в процессе установления угла естественного откоса и формирования устойчивой бровки балочного склона, которая и должна определять контуры памятника природы.

По результатам натуральных обследований объектов и анализа топографических карт определялись гидрологические и морфометрические характеристики потоков, русел и склонов балок, а также современное состояние и контуры балочных систем. В результате выявлены места возможной активизации склоновых процессов и линейной эрозии; выделены участки склонов с максимально возможной опасностью развития эрозии, участки средней активности и практически безопасные склоны.

Для каждого из обследованных на склонах балок линейных врезов выполнен расчет их возможного удлинения и сокращения площади привершинного водосбора, а также уменьшения зоны не проявляющейся линейной эрозии. Вычисления сделаны по разработанной методической схеме с учетом основных факторов оврагообразования – расходов ливневого стока и стока талых вод, размываемости грунтов, глубин местных базисов эрозии склоновых водосборов, уклонов склонов, типа подстилающей поверхности, коэффициентов стока [2].

Определение потенциала развития линейной эрозии на склонах проводилось для скоростных характеристик потоков разной вероятности превышения (обеспеченности). При этом оказалось, что длины многих эрозионных врезов уже близки к параметрам, рассчитанным на расходы с частотой повторяемости (один раз в 10–20 лет). Вместе с тем расчеты на редкие повторяемости (большие величины расходов и скоростей потоков) показали, что эрозионные врезы на склонах имеют значительный потенциал развития, чему в условиях городской застройки способствует значительное увеличение коэффициента стока. О возможности активизации свидетельствует и ступенчатость продольного профиля, имеющаяся у большинства эрозионных форм. Это является основанием для утверждения, что выпадение ливней редкой повторяемости и интенсивное снеготаяние в черте города может привести к увеличению габаритов овражных форм в соответствии с высокими скоростными характеристиками склоновых потоков. Для городов, имеющих столетний период развития (особенно при определении предельных габаритов эрозионных форм), при прогнозе эрозионных процессов должны учитываться расходы от 3 до 1% вероятности превышения. Выполненные таким образом

вычисления показывают возможность дальнейшего углубления, удлинения и расширения существующих оврагов. На основании произведенных расчетов были обоснованы границы охранной зоны памятников природы областного значения "Верхний и Нижний Судки с родниками и бровками, отрогами и отвешками (Брянские балки)".

На карте центра г. Брянска в м-бе 1:10000 были выделены контуры:

1. Современных балочных форм, проведенные по их бровкам.
2. Самого памятника природы, в пределах которого невозможно производство строительных или иных работ, влекущих за собой изменение естественного состояния ландшафта и могущих вызвать необратимые процессы, разрушающие его.
3. Охранной зоны – 50 м вне границ современных балочных форм. В ней возможны только мероприятия, направленные на сохранение природной неприкосновенности памятника.

Результаты данной работы были одобрены на заседании Брянской областной Думы. Территория и контуры памятника природы были законодательно закреплены в предложенных границах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорина Е.Ф., Ковалев С.Н., Никольская И.И. Методика определения интенсивности роста оврагов // Геоморфология. 1993. № 3. С. 66–75.
2. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003 / Госкомитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (ГОССТРОЙ России). М.: 2004.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
31.10.2006

EROSION PROCESSES AT THE NATURAL MONUMENT "UPPER AND LOWER SUDKI" IN THE BRYANSK

S.N. KOVALEV, M.V. VERETENNIKOVA, E.F. ZORINA

S u m m a r y

Gullies and balkas on the territory of Bryansk are growing nowadays. Some factors advances their growth: coursing the streets along slopes, using the linear erosion forms as dumping sites or spillways, building of garages alongside the gullies etc. The calculations based on hydrologic and geomorphologic characteristics of gully-balka network of Bryansk territory helped determining the boundary of natural monument "Upper and Lower Sudki (Balkas of Bryansk)".

УДК 551.435.162(571.51 + 571.513)

© 2007 г. А.В. КОЖУХОВСКИЙ

РАЗВИТИЕ ОВРАГОВ В СТЕПНЫХ И ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ СЫДО-ЕРБИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (АЛТАЕ-САЯНСКАЯ ГОРНАЯ СТРАНА)

Введение

Проблема овражной эрозии актуальна уже более двух столетий, так как в России площади оврагов ежегодно увеличиваются на десятки тысяч гектаров. Это происходит за счет продолжения роста возникшей в прошлом овражной сети и появления новых оврагов. В сельскохозяйственном обороте, кроме потерь площадей непосредственного развития линейных врезов, теряются также прилежащие территории, кото-