

Н. В. ОСИНЦЕВА, З. Н. КВАСНИКОВА, Н. С. ЕВСЕЕВА

Томский государственный университет

РИСК РАЗВИТИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ
НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Проведена оценка уровня геоморфологического риска, связанного с развитием эрозионных процессов на западном склоне Томь-Яйского междуречья (Западно-Сибирская равнина). Предложена методика балльной оценки риска в техногенно измененных и природных геоморфологических системах. На примере ключевого участка Лучановский выделены зоны повышенного, среднего и низкого уровня риска.

Ключевые слова: геоморфологический риск, эрозия, смыв почв, Западно-Сибирская равнина, геоморфологические системы.

We assessed the level of geomorphological risk associated with the occurrence of erosion processes on the western slope of the Tom'-Yaya interfluvium (West-Siberian Plain). We suggest the technique for points-based risk assessment in technogenically modified and naturally occurring geomorphological systems. Using the Luchanovskii area as an example, we identified the zones of increased, moderate and low risk levels.

Keywords: geomorphological risk, erosion, soil loss, West-Siberian Plain, geomorphological systems.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из актуальных задач современной геоморфологии — изучение природных и техногенных опасностей, связанных с действием современных процессов рельефообразования. На протяжении последних десятилетий разрабатываются и применяются различные методики оценки геоморфологического риска для освоенных и инвестиционно привлекательных территорий [1–3].

В специальной литературе термин «геоморфологический риск» используют для обозначения вероятности наступления неблагоприятного геоморфологического события — появления новых или активизации уже существующих видов опасных или неблагоприятных процессов рельефообразования [4, 5]. Такая концепция согласуется с общей теорией природных и техногенных рисков, разработанной Научно-исследовательским институтом контроля и диагностики технических систем и стандартизированной Государственным стандартом Российской Федерации в 2003 г. [6].

Анализ геоморфологического риска необходим при проведении комплексных исследований по установлению различных природных и техногенных опасностей, определению их качественных и количественных характеристик, степени допустимости и приемлемости риска, а также при принятии решений по его снижению и контролю. Во многих случаях анализ процессов, происходящих в техногенных геоморфологических системах, служит ядром экологических исследований, поскольку техногенные изменения в морфолитосистеме влекут за собой повышение уровня гидроклиматических, геохимических, геологических и других видов рисков.

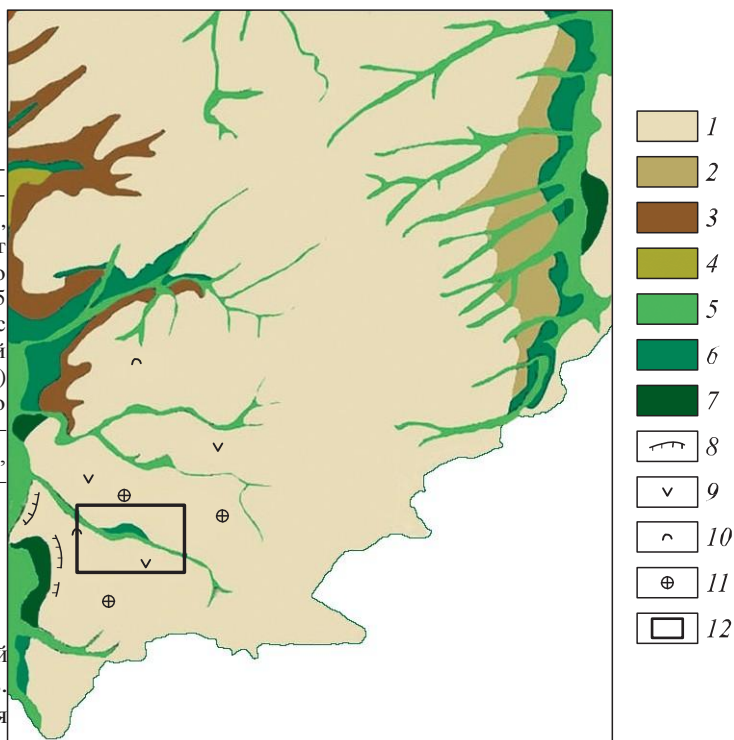
ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка геоморфологического риска проводилась на примере юго-восточной части Томской области как наиболее заселенной и освоенной в хозяйственном отношении. Исследуемый район занимает западную часть Приаргинской наклонной равнины (окраинная часть Западно-Сибирской равнины), постепенно переходящей в предгорья Кузнецко-Салаирской горной области. В качестве ключевого участка исследований выбран западный склон Томь-Яйского междуречья, дренируемый реками Ушайка и Басандайка — правыми притоками р. Томи (рис. 1).

Бассейны Ушайки и Басандайки с давних пор осваиваются человеком. Здесь расположены крупные старинные села Лучаново, Белоусово, Богашево, Петухово, Басандайка, Аникино и др.; массивы садоводческих товариществ, пахотные земли. На протяжении последних десятилетий отмечается усиление антропогенного давления на геоморфологическую среду этого района, связанное со строитель-

Рис. 1. Схема геоморфологического строения Томь-Яйского междуречья (фрагмент геоморфологической карты Томской области м-ба 1:1 000 000 [7]).

Денудационно-аккумулятивный рельеф: 1–3 — водораздельные равнины ранне- и среднеленоплейстоценового возраста (1), эоплейстоценового и раннеленоплейстоценового (2), эоплейстоценового (3) возраста; 4 — фрагмент водораздельной равнины ранне-неогенового возраста. Эрозионно-аккумулятивный рельеф: 5 — пойма голоценового возраста, местами с мелкими фрагментами первой надпойменной террасы; 6, 7 — вторая (6) и первая (7) надпойменные террасы позднеплейстоценового возраста. Элементы, формы рельефа: 8 — крутые задернованные уступы; 9 — балки, овраги; 10 — суффозионные западины; 11 — оползни. 12 — Лучановский ключевой участок.



ством коттеджных поселков, дорог, линий электропередачи, рекреационных объектов. Строительство и распашка сопровождаются накоплением антропогенных геологических отложений, изменением рельефа, перераспределением поверхностного стока и др. В бассейнах названных рек сформировались и функционируют природно-техногенные геоморфологические системы, чувствительные как к природным, так и к антропогенным изменениям. В то же время рельеф и поверхностные геологические отложения бассейнов Ушайки и Басандайки являются важнейшими ресурсами для развития данной территории.

При анализе риска в геоморфологической среде в качестве исследуемого действия выступают опасные процессы рельефообразования, а неблагоприятными последствиями считаются изменения структуры геоморфосистем, приводящие к потере такой ее важнейшей экологической функции, как обеспечение безопасности и комфортности проживания населения [5]. На данной территории распространены водная и ветровая эрозия, оползнеобразование, морозное пучение, суффозия, подтопление, заболачивание и др.

Цель данной работы — анализ одного из видов опасных геоморфологических процессов — эрозии. Выделение эрозионных процессов в числе других геоморфологических опасностей обусловлено тем, что эрозия является основным современным процессом рельефообразования на исследуемой территории. Объем и скорость перемещения масс горных пород при разрушении их водными потоками превышают аналогичные параметры, характерные для других экзогенных процессов. Так, средняя смываемость пахотных почв Томь-Яйского междуречья составляет 1,9–3,4 т/га в год, а в отдельные периоды может достигать 13,8 т/га [8].

Наблюдения за смывом почв талыми снеговыми водами в бассейне Басандайки показали, что среднегодовое смыв почв изменяется от 0,5–3 до 14–15 м³/га. Наиболее сильный смыв наблюдался в 1989, 1991, 1992, 1998, 2000, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009–2011 гг., т. е. в 52,2 % случаев за 23 года наблюдений. В некоторых местах величина смыва в этот период достигала 25–80 м³/га. Согласно СНиП 22–01–95 [9], такая интенсивность развития плоскостной эрозии относится к категориям от умеренно опасной (2–5 м³/га год) до весьма опасной (10–15 м³/га год).

Кроме того, смыв почв вызывают ливневые осадки. По данным наших наблюдений, в случае крупных и выдающихся ливней смыв под пропашными культурами достигает 30–100 м³/га (1987 г., поле с картофелем). Чаще всего смыв за один ливень составляет от 1 до 8 м³/га.

Не менее интенсивно на изучаемой территории протекает линейная эрозия. Овражно-суходольное звено эрозионной сети малых рек Томь-Яйского междуречья, как в целом малых рек России, изучено пока слабо. Наши полевые наблюдения за выносом почвогрунтов из отдельных оврагов и балок ука-

РИСК РАЗВИТИЯ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ

зывают на довольно высокие скорости процесса. Так, из оврагов-промоин, образовавшихся на склонах пашни в бассейне Басандайки, лишь за одно снеготаяние 2001 г. было вынесено от 12 до 81 м³ рыхлой суглинистой породы из днища балки, дренирующей территорию в районе с. Лучаново (90–92 м³ почвогрунтов). Скорости роста промоин и оврагов на пашне достигают 0,5–2 м, а в отдельные годы, при возрождении засыпанных оврагов, — до 139 м. Согласно шкале оценки опасности геоморфологических процессов [2], такие скорости развития эрозионных процессов соответствуют 1–4 баллам опасности, при максимуме в 5 баллов. Все вышеперечисленное указывает на значительную опасность развития эрозии как на освоенных, так и на перспективных участках и определяет необходимость оценки уровня геоморфологического риска.

Оценка геоморфологического риска включала выявление возможности развития эрозионных процессов на данной территории и анализ факторов развития процесса. Степень риска развития эрозионных процессов оценивалась по разработанной авторами методике балльной оценки — от 1 до 3. При этом принималось во внимание, что вероятность развития эрозионных процессов всегда будет выше нуля, поскольку в целом природные условия Томь-Яйского междуречья благоприятны для развития эрозии.

Территория сложена с поверхности легкоразмываемыми отложениями средне- и позднеплейстоценового возраста, в основном субаэральными лёссовидными суглинками, аллювиальными песками, супесями и суглинками. Мощность покровных субаэральных отложений составляет 2–5 м, местами больше [8]. Лёссовидные суглинки легко размываются, допустимые неразмывающие скорости их невысоки и изменяются от 0,27 до 0,37 м/с.

Развитию эрозии способствуют также значительное количество осадков (600 мм/год), средние запасы воды в снеге — от 93 мм (1996 г.) до 146 мм (1993 г.) при среднем многолетнем значении около 130 мм. Интенсивность снеготаяния достаточно высока: за период наблюдений достигала 58 мм/сут при средних значениях 3–8 мм/сут. Ежегодно в теплый период года выпадают крупные (20–30 мм/сут) и выдающиеся (более 30 мм/сут) ливни [10].

Абсолютные высоты изменяются от 71 м в урзе Басандайки до 200 м на водоразделах, относительные превышения варьируют от первых метров до 100 м. Доминируют склоны крутизной от 0 до 7°, местами до 20–60°. Согласно классификации Т. В. Звонковой [11], А. Ф. Тимофеева [12], такие склоны относятся к эрозионно опасным. Расчленение рельефа реками, ручьями, балками и оврагами колеблется от 0–0,5 до 2 км/км², но преобладают значения 1–1,5 км/км². Основу горизонтального расчленения рельефа составляют балки, которые при вырубке леса могут активизироваться, что значительно увеличивает вероятность усиления эрозии. Балочное расчленение составляет 0,3–1,2 км/км², местами 2 км/км².

Изучаемая территория занимает площадь более 70 км², ее картографирование проводилось в крупном масштабе — 1: 25 000. На такой сравнительно небольшой площади риск развития эрозии определяются два основных фактора — расчленение рельефа и характер антропогенного воздействия на геоморфологическую систему. Прочие условия (литология слагающих междуречье горных пород, климатические условия, объем поверхностного стока и др.) оцениваются как фоновые и не определяют пространственную изменчивость вероятности проявления эрозии в данном масштабе картографирования.

Таким образом, при анализе риска развития эрозионных процессов нами учитывались: крутизна склонов как одна из характеристик расчлененности рельефа, а также вид геоморфологической системы (природная, техногенно измененная) и характер хозяйственного использования территории (см. таблицу).

Максимальный риск развития эрозии, существующий при условии естественного функционирования геоморфосистем, определяется в 3 балла. В случае усиления техногенной нагрузки на геомор-

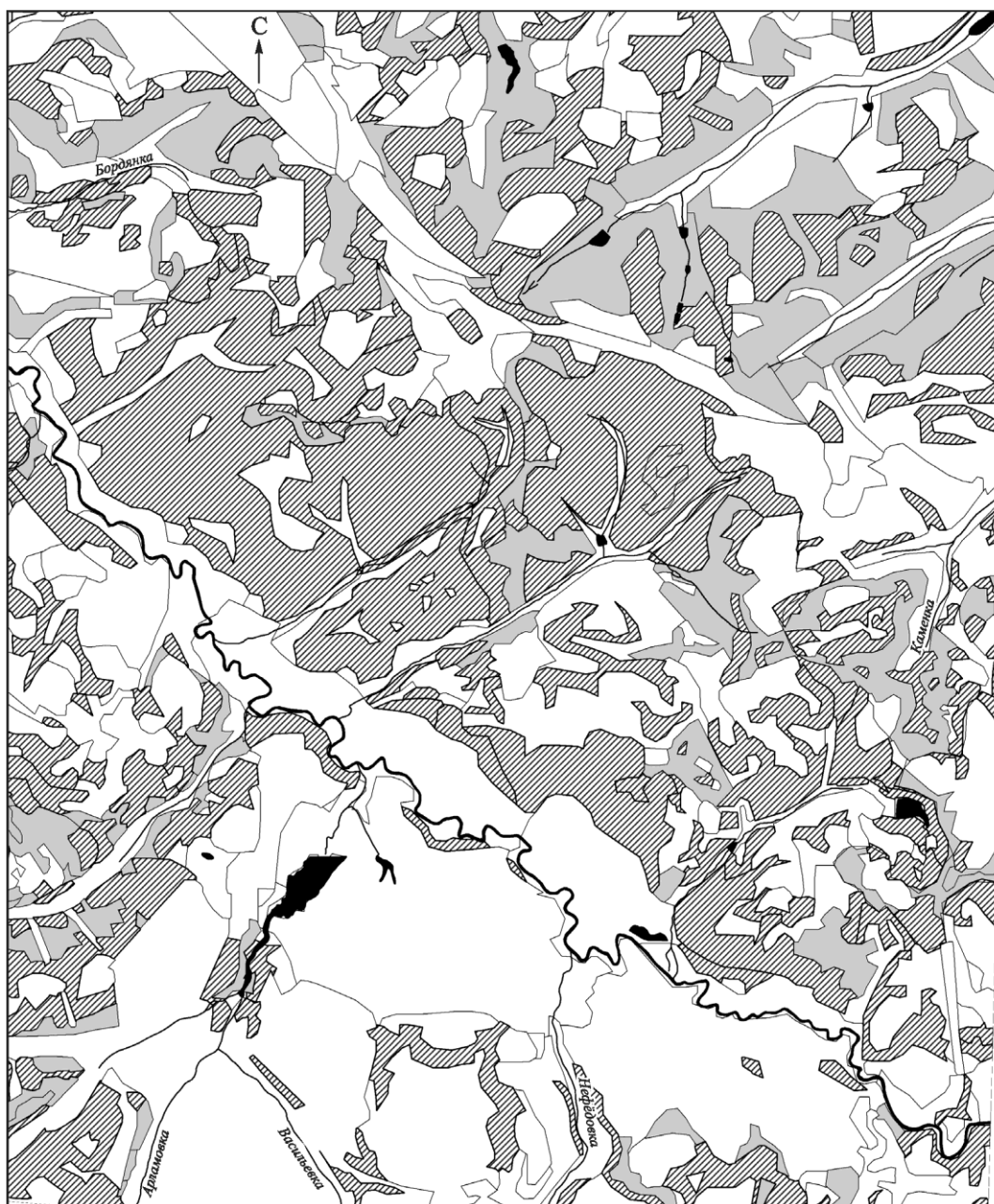
Матрица балльной оценки риска развития эрозионных процессов

Крутизна склона, град.	Риск развития эрозионных процессов, балл					
	Техногенно измененные геоморфологические системы					Природные геоморфологические системы
	пашни	пастбища	сады	лесополосы	селитебные территории	
Менее 1	1	1	1	1	1	1
1–3	2	1	2	1	1	1
3–5	3	2	3	1	2	1
5–7	3	2	3	1	3	1
Более 7	3	2	3	2	3	1

сponorWieCKYIO сncTeMy ypoBHIO пncKa pa3BHTH5I 3p03HOHHhiX rpoL(eccoB rrpncBaHBaJIOCh 2 6aJIJia. YcnOBH5I, He CIIOC06CTBYIOиll,He B03HHKHOBeHHIOjaKTHBH3aL(HH 3p03HH IlpH ,n:aHHOM pe)!(HMe cpyHKL(HOHHpOBAHH5I reOMOpcpOJIOrHqeCKOH ЧХСТeMbl, OL(eHHBaJIHCb B 1 6aJIJI pHCKa.

OEcyK,II,EHME II BhiBO)],hl

Pe3yJihTaThiOL(eHKH пncKa pa3BHTH5I 3p03HOHHhiX rpoL(eccoB rpe,n:cTaBneHhiB BH,n:e KapThreoMopco-nornqecKoro pHCKa (pHC. 2), COCTaBJieHHOH Ha KJIIOqeBOH yqaCTOK flyqaHOBCKHH. TexHOpeHHO H3MeHeHHa5I



– Bo,n:Hhle ofu.ercrhl 1 C/3 1KM

Рис. 2. KapTa reoMopqJOnornqecKoro пncKa pa3BHTH5I 3p03HOHHhiX rpoL(eccoB Ha KmoqeBoM yqaCTKe JiyqaHoB- CKHH. 3OHblpiiCKa: 1 – иOHИ2KeHHOfO (1 6aJIJI), 2 – cpe,n:Hero (2 6a.rma); 3 – BbiCOKOfO (3 6a.rma).

геоморфологическая система участка является частью геоморфосистемы более высокого уровня — западного склона Томь-Яйского междуречья. В ней представлены все характерные для междуречья геоморфологические элементы: приводораздельные поверхности с суффозионными западинами, склоны древней озерно-аллювиальной равнины, осложненные балками, оврагами, а также вложенные долины малых рек и ручьев (см. рис. 1). Территория имеет сельскохозяйственное назначение: здесь расположены пашни, пастбища, сады, а также лесополосы и сельские населенные пункты. Значительная ее часть занята естественными лугами (пойма и первая надпойменная терраса р. Басандайки) и кедровым лесом (склон междуречной равнины), имеющими рекреационное и природоохранное значение.

К зоне высокого риска развития эрозионных процессов (3 балла) относятся склоны долины р. Басандайки в юго-западной и северо-восточной частях ключевого участка. Они занимают небольшую площадь (13 % территории), но эрозионные процессы в них протекают очень активно, так как на склонах расположены сельскохозяйственные земли. По данным полевых наблюдений авторов, интенсивность смыва почвы в них достигает 56 м³/га.

На зону среднего геоморфологического риска (2 балла) приходится около 30 % территории. Это преимущественно пологие (до 7°) и средней крутизны (7–15°) склоны междуречной равнины и второй надпойменной террасы р. Басандайки, занятые естественной древесной и луговой растительностью. В настоящее время участки испытывают значительную техногенную трансформацию, на склонах наблюдаются многочисленные тропы и колеи, следы пастбищной дигрессии, частичной вырубki и пожарищ. Эти участки потенциально опасны в связи с возможностью возникновения и развития эрозионных процессов и нуждаются в особом внимании.

Зона пониженного риска развития эрозионных процессов (1 балл) в основном расположена в юго-восточной части исследуемой территории на выровненных участках первой и второй надпойменных террас р. Басандайки, а также на приводораздельных поверхностях, покрытых хвойными и смешанными лесами. Она занимает значительную площадь (около 57 % участка) и является экологическим каркасом территории.

Таким образом, геоморфологические системы западного склона Томь-Яйского междуречья относятся к участкам повышенного риска развития эрозионных процессов. Увеличение уровня риска связано как с природными условиями (расчлененность рельефа), так и с происходящими в пределах геоморфосистем техногенными преобразованиями. Дальнейшее возрастание техногенной нагрузки на склон междуречной равнины приведет к повышению уровня геоморфологического риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Природные опасности России. Экзогенные геологические опасности / Под ред. В. М. Кутепова, А. И. Шеко. — М.: Крук, 2002. — 354 с.
2. Лихачева Э. А., Тимофеев Д. А. Геоморфологическая опасность и риск // Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). — М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. — С. 208–228.
3. Кузьмин С. Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2009. — 195 с.
4. Быков А. А., Порфирьев Б. Н. Об анализе риска, концепциях и классификации рисков // Проблемы анализа риска. — 2006. — Т. 3, № 4. — С. 319–337.
5. Лихачева Э. А., Кичигин А. Н., Палиенко В. П., Тимофеев Д. А. Свойства рельефа: экологические, инженерные, эстетические (приглашение к дискуссии) // Геоморфология. — 2003. — № 4. — С. 33–39.
6. ГОСТ Р 51901–2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. Разработан научно-исследовательским институтом контроля и диагностики технических систем (АО НИЦ КД). — Введ. 2003–09–01 [Электронный ресурс]. — <http://normativstroy.ru/Load/60-1-0-1067> (дата обращения 11.10.2013).
7. Геоморфологическая карта Томской области. М-б 1: 1 000 000 / Н. С. Евсеева, В. А. Льготин. — Томск, 2001.
8. Евсеева Н. С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. — Томск: Изд-во НТЛ, 2009. — 484 с.
9. СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий. — М.: М-во строительства РФ, 1996. — 7 с.
10. Евсеева Н. С., Ромашова Т. В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска // Вестн. Том. ун-та. — 2011. — № 353. — С. 199–204.
11. Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология. — М.: Высш. шк., 1970. — 273 с.
12. Тимофеев А. Ф. Особенности защиты почв от водной эрозии в Нечерноземной зоне // Земледелие. — 2003. — № 33. — С. 12–13.

Поступила в редакцию 11 апреля 2013 г.