

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАСЕЙНА Р. БАСАНДАЙКИ

Евсеева Н. С.¹, Осинцева Н. В.¹, Омарова К. И.², Каширо М. А.¹, Бакулин А. А.³,
Малолетко А. А.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия (634050, Томск, пр. Ленина, 36), e-mail: n_osinceva@mail.ru

² РГКП Костанайский государственный педагогический институт, (110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Тарана, 118); e-mail: kunsulu_omarova@mail.ru

³ ГОУ ВПО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск, Россия (649000, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, ул. Ленкина, 1) e-mail: pin.12@mail.ru

На примере городской и пригородной части г. Томска, занимающей бассейн р. Басандайки – правого притока р. Томи, выделены виды современных экзогенных процессов рельефообразования, протекающих в техногенных отложениях на урбанизированных территориях. Дана характеристика современных экзогенных процессов рельефообразования, развивающихся в агротехнических, насыпных и засыпных грунтах. Охарактеризованы природные и антропогенные факторы развития эрозии почв, суффозии, просадок, морозобойного растрескивания, оползания. На основе использования методов полевого геоморфологического картографирования, стационарных геоморфологических наблюдений, инструментальной геодезической съемки определены интенсивность развития плоскостной и овражной эрозии почв, суффозионно-просадочных процессов в техногенных отложениях. Установлено, что по интенсивности развития современные экзогенные процессы рельефообразования в техногенных отложениях бассейна р. Басандайки относятся к категории опасных.

Ключевые слова: техногенные отложения, экзогенные процессы рельефообразования.

MODERN EXOGENOUS PROCESSES IN TECHNOGENIC DEPOSITS OF THE BASANDAYKA RIVER BASIN

Evseeva N. S.¹, Osintseva N. V.¹, Omarova K. I.², Kashiro M. A.¹, Bakulin A. A.³,
Maloletko A. A.¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «National Research Tomsk State University» (36, Lenina Ave., 634050, Tomsk, Russia), e-mail: n_osinceva@mail.ru

² Republican state-run enterprise «Kostanai state pedagogical institute», (118, Taran Str.110000, Kostanay, Republic of Kazakhstan); e-mail: kunsulu_omarova@mail.ru

³ State Educational Institution of the Higher Professional Education «Gorno-Altai State University», (1, Lenkina Str. 649000, Gorno-Altai, Altai Republic, Russia) e-mail: pin.12@mail.ru

Types of modern exogenous processes of relief forming in technogenic deposits in urbanized territories on an example of a city Tomsk and its suburban part, located in river basin Basandayka which is the right inflow of the Tom' River are separated. Modern exogenous processes forming a relief in agrotechnical and fill-up ground are characterized. Natural and anthropogenous factors of development of soils erosion, suffusion, subsidence, frost cracking, sliding are described. With used of field geomorphological cartographic methods, stationary geomorphological supervision, instrumental work, intensity of a plane and gully soil erosion, suffusion and subsidence processes in technogenic deposits are defined. It is established that intensity of development of modern exogenous processes of relief forming in technogenic deposits in the Basandayka river basin belongs to the dangerous category.

Key words: technogenic deposits, exogenous processes of relief forming.

Введение

В настоящее время с целью рационального природопользования необходима оценка рисков и опасностей в результате действия природных и антропогенных процессов рельефообразования, а также прогноза их распространения. Особый интерес вызывает

изучение развития экзогенных процессов в техногенных отложениях, поскольку их объем постоянно нарастает. Наибольшая мощность характерна для техногенных отложений в городах и на прилегающих к ним территориях, испытывающих высокую антропогенную нагрузку. Не является исключением территория г. Томска – крупного промышленного города, с численностью населения 512 тыс. человек, областного центра, расположенного в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины в долине нижнего течения р. Томи.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является изучение современных процессов рельефообразования (СЭПР), протекающих в техногенных отложениях на урбанизированных территориях, а также скоростей их развития. Территория исследования занимает городскую и пригородную часть г. Томска и представляет собой бассейн р. Басандайки – правого притока р. Томи у г. Томска.

Материал и методы исследования

Для изучения СЭПР, протекающих в техногенных грунтах на изучаемой территории, использованы методы: комплексного географического анализа, сравнительно-картографический, полевого геоморфологического картографирования, стационарных геоморфологических наблюдений, инструментальная геодезическая съемка, ГИС-технологии. Определение видов и интенсивности процессов рельефообразования проведено авторским коллективом на основе полевых наблюдений на Лучановском стационаре, расположенном в 20 км к юго-востоку от г. Томска в бассейне р. Басандайки. Исследования были начаты в 1985 г. сотрудниками Томского государственного университета под руководством Н. С. Евсеевой и продолжаются непрерывно до настоящего времени.

Полевая геоморфологическая съемка включала маршрутные наблюдения с построением геолого-геоморфологических профилей, закладкой горных выработок, описанием геологических обнажений.

Теоретической базой исследования послужили работы по вопросам геологического строения, рельефа, экзогенных процессов рельефообразования, инженерно-геологических свойств отложений Западно-Сибирской равнины, освещенные в работах Л. В. Передельского, Г. С. Золотарева, А. А. Чистякова, Е. М. Сергеева, В. Т. Трофимова, Г. А. Сулакшиной, Н. С. Евсеевой и др.

Результаты исследования и их обсуждение

Бассейн р. Басандайки занимает площадь около 402 км² и расположен в переходной зоне (периорогене) между Кузнецко-Салаирской горной областью и Западно-Сибирской равниной, в пределах Томь-Яйского междуречья. Это наиболее возвышенный участок рельефа на территории Томской области: абсолютные высоты здесь достигают 200–250 м, но

преобладают высоты в интервале 90–190 м. Относительные высоты изменяются от первых метров до 100 м, но доминируют высоты 20–40 м. Горизонтальное расчленение территории бассейна реками, балками и оврагами достигает 1,5–2,1 км/км². Преобладает балочное расчленение рельефа: на одном квадратном километре встречается от 1 до 4 балок, реже более. Помимо горизонтального и вертикального расчленения, большое значение в развитии многих геоморфологических процессов имеет крутизна склонов, их длина, форма, экспозиция, литология пород и др. В бассейне р. Басандайка, согласно карте крутизны склонов масштаба 1:50 000, построенной на основе цифровой модели рельефа, доминируют склоны от 1 до 7°, занимающие более 64 % площади бассейна. Многие участки таких склонов распаханы.

Почвообразующими породами в пределах водосбора Басандайки в основном являются лёссовые отложения – песчано-глинисто-пылеватые системы разного генезиса с преобладанием в их составе пылеватых частиц, имеющих высокую пористость и, как правило, низкую естественную влажность [8]. Мощность лёссовых пород составляет 5–15 м, реже до 30 м [2,8].

Малый водосборный бассейн р. Басандайки издавна осваивается человеком: раскопки курганов в устье этой реки показали, что примерно 3 тыс. лет назад люди занимались здесь скотоводством, земледелием, охотой, рыболовством [3]. Наиболее интенсивно этот малый водосбор стал осваиваться в XVII в., когда русские поселенцы стали использовать территорию бассейна Басандайки, Киргизки, Ушайки и др. для земледелия. Во второй половине XVII в. появились первые деревни – Лучанова, Аксенова, Ипатова, Магадава и др.

Продолжается освоение названной территории и в настоящее время. В бассейне р. Басандайки расположены крупные населенные пункты – часть г. Томска, села Богашево, Лоскутово, Лучаново, Петухово, Некрасово, Предтеченск и др.; имеются большие массивы пахотных угодий и садоводческих товариществ; проложены шоссейные и грунтовые дороги; строятся коттеджные поселки (Апрель, Просторный), линии ЛЭП. Строительство тех или иных сооружений сопровождается вырубкой леса, планировкой поверхности и т.д.

В результате хозяйственной деятельности человека на изучаемой территории создаются техногенные грунты – новый генетический тип техногенно обусловленных и техногенно измененных природных осадков [9]. Эти отложения, в отличие от природных, образуются независимо от рельефа и климата, в результате накопления или транспортировки рыхлого материала. Как правило, техногенные отложения имеют точечную, линейную или площадную локализацию. Они весьма разнообразны по составу и представлены терригенными, хемогенными и другими отложениями. Мощность их изменяется от нескольких метров до первых десятков метров. Техногенный генетический тип отложений

подразделяется на ряд подтипов: насыпные, засыпные, намывные, перемывные, агротехнические. В бассейне р. Басандайки наиболее распространены агротехнические, насыпные и засыпные подтипы техногенных отложений. Наблюдения за современными экзогенными процессами рельефообразования (СЭПР) в техногенных отложениях бассейна р. Басандайки показали, что в вышеназванных подтипах этих осадков с разной степенью интенсивности развиваются: плоскостная и овражная эрозия, суффозия, просадки, морозобойное растрескивание. Для засыпных и насыпных грунтов характерно также оползание.

Агротехнические отложения, или отложения перемешивания – это почвенный слой с регулярно добавляемыми органическими и химическими удобрениями и обработкой сельскохозяйственными механизмами. Их мощность не превышает двух-трех метров. Площадь этих отложений в бассейне р. Басандайки составляет около 20 %. В этих отложениях наиболее развиты: эрозия почв, вызываемая тальми и дождевыми водами, а также просадки и суффозия. Местами развиваются овраги. Интенсивность эрозии почв, вызываемой тальми снеговыми водами, за период наблюдений 1985–2012 гг. изменялась от 0–3 м³/га до 50–80 м³/га, составляя в среднем 5–15 м³/га [1]. Измеренная интенсивность развития эрозии свидетельствует о высокой опасности развития этого процесса в техногенных отложениях. Согласно СНИП 22.01.95 [6], плоскостная эрозия в бассейне р. Басандайки относится к категории опасных и весьма опасных процессов.

Необходимо отметить пространственно-временную неравномерность этого вида эрозии, что связано со многими факторами – погодными условиями снеготаяния, крутизной, формой, длиной, экспозицией склона, литологией, состоянием агрофона, наличием лесополос, массивов леса и др. Наши исследования показывают, что скорости денудации поверхности пашни тальми снеговыми водами изменяются от 0 до 81 мм/сезон, но чаще в пределах 0–3,0 мм/сезон. Ливни (≥ 10 мм/сутки) на незадернованной поверхности пашни и на пропашных культурах местами также вызывают сильный смыв и размыв почв: он варьирует от 1–3 м³/га до 100 м³/га (1987 г., район с. Лучаново).

На хорошо дренированных участках пашни развиваются процессы суффозии и просадки. К сожалению, скорости суффозии измерить не представляется возможным, но условия для её развития благоприятны [7,1]. Развитие же просадок на пашне, имеющих сложный механизм образования, хорошо прослеживается на ключевых участках и определяется визуально. Так, за период с 1989 по 2012 г. на пашне ключевого участка в районе с. Лучаново образовалось не менее 5 микропонижений – западин малых размеров, их диаметр изменяется в пределах 3–30 м, а глубина – от 0,3 до 0,7 м (рис. 1). Наши наблюдения подтверждаются исследованиями В. Т. Трофимова и др. [8]: на юге Томской области

встречаются просадочные разности лессовых пород даже при природных нагрузках. Мощность просадочной толщи не превышает здесь 6 м. Скорости просадок достигают до 1,3 см/год. Более точно определить скорости не представляется возможным, так как депрессии ежегодно распаиваются, боронуются и т.д.



Рис.1. Суффозионно-просадочные западины в агротехнических техногенных отложениях бассейна р. Басандайки (фото Н. В. Осинцевой)

В результате 25-летних наблюдений установлено, что микрорельеф пашни ключевого участка изменился: на её склонах формируются микробассейны, в которых происходит сток талых и дождевых вод. Положение микробассейнов из года в год достаточно стабильно, а площади их изменяются от 1–2 до 5–7 га.

Насыпные отложения на исследуемой территории – это в основном насыпи транспортных трасс – шоссейных и железнодорожных, а также свалки и отвалы карьеров. Как отмечает Е. М. Сергеев [5], структура насыпных грунтов, их водный и воздушный режим отличаются от таковых в природном залегании.

В насыпных грунтах – на откосах шоссейных и грунтовых дорог после снеготаяния и сильных ливней образуются короткие промоины глубиной до 1 м. Местами формируются микрооползни, происходит уплотнение грунтов и их осадка.

Засыпные грунты образуются в результате заполнения природных и антропогенных отрицательных форм рельефа техногенным грунтом. Чаще всего засыпают верховья балок и оврагов. Наблюдения за СЭПР в засыпных грунтах проводилось на двух участках: 1) засыпанный овраг на южном склоне пашни у с. Лучаново; 2) на участке между селами Богашево и Лоскутово.

1. Овраг на южном склоне пашни образовался вдоль полевой дороги. В 1990 г. его длина составила 150 м, максимальная глубина – 1,62 м, ширина – 2,52 м. Осенью 1990 г. овраг в верховьях был засыпан гравийно-галечниковой смесью, а на остальной части – лессовидными почвогрунтами с прилегающей территории. Интенсивное таяние сугробов с 16 по 23 апреля 1991 г. привело к «возрождению» оврага по старому следу. Гравий, галька прослеживались по всему тальвегу и в конусе выноса. Длина оврага после обследования его

28 апреля 1991 г. была равна 129 м, максимальная глубина – 1,9 м. Осенью 1991 г. овраг был засыпан грунтом и сверху обложен дерном. Весной 1992 г. после снеготаяния на месте бывшего оврага образовалась серия промоин. Самая крупная из них освоила «старый след»: её длина была 45 м, максимальная глубина – 0,9 м. Посадка сосен, ив, трав способствовала практически полному прекращению развития оврага.

2. Интересным примером развития экзогенных процессов в насыпных и частично насыпных грунтах является участок автотрассы Томск – Аэропорт между селами Лоскутово и Богашево. Здесь осенью 2009 и зимой 2010 г. после вырубki леса и кустарников были засыпаны вершины двух балок, была создана строительная площадка. Мощность насыпных и отчасти насыпных отложений по данным полевых обследований достигала 10–16 м. Для засыпки использовались лессовидные суглинки, пески разного состава, а сверху – гравий и галька. Поверхность площадки не была ровной, отмечался её наклон к центральной части, где была балка.

Во время снеготаяния весной 2010, 2011 и 2012 гг., а также летних ливней в пределах незадернованной и слабозадернованной поверхности площадки интенсивно развивались следующие процессы: плоскостная и овражная эрозия, просадки, суффозия, оползни. В результате полевых обследований площадки в мае 2012 г. выявлено следующее:

– В центральной части площадки – в районе днища бывшей балки образовался провал глубиной 10–14 м и шириной 113 м (рис. 2). На днище провала обнажилась водоотводная труба диаметром 1,8 м, через которую талые, дождевые и грунтовые воды вынесли и продолжают выносить насыпной грунт. Образование провала связано, на наш взгляд, с совместным проявлением процессов суффозии, просадок и самоуплотнения в насыпных грунтах. Л. В. Передельский [4] отмечает, что неоднородность техногенных отложений по составу вызывает их неравномерную сжимаемость, самоуплотнение и др. Скорости суффозионно-просадочных процессов за весенне-летние сезоны 2010–2012 гг. в среднем составляли 3,3–4,7 м/сезон. Борты провала испещрены струйчатыми размывами, осложнены мелкими оползнями. Грунтовые воды продолжают выносить частицы отложений по трубе.

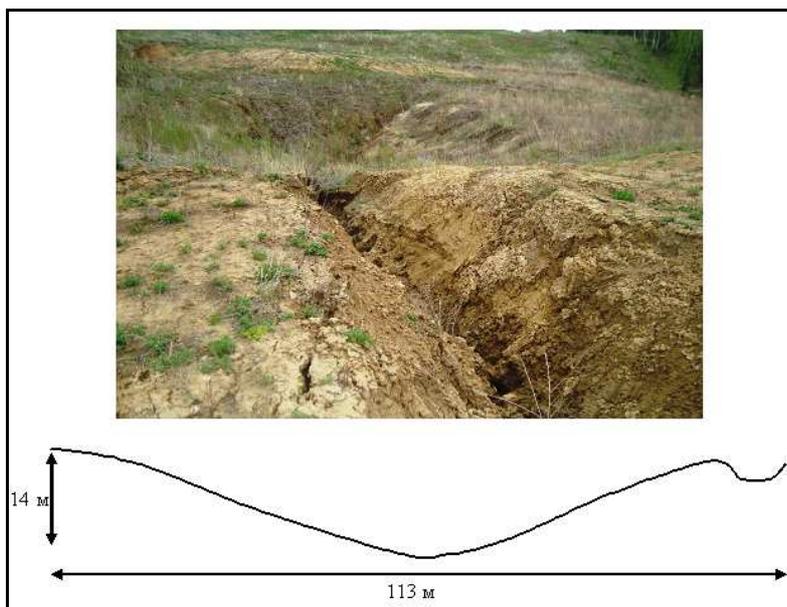


Рис.2. Общий вид и поперечный профиль провала, образовавшегося в засыпных техногенных отложениях в бассейне р. Басандайки (фото К. И. Омаровой)

На правобережье балки в 2–3 м от шоссе образовался еще один провал, глубина его 2,45 м, диаметр днища около 6 м, в его бортах обнажаются лессовидные суглинки.

Уклоны поверхности площадки от периферии к центру привели к развитию плоскостной и овражной эрозии: на её поверхности и откосах площадки зафиксировано большое количество струйчатых размывов, есть молодые овраги.

Наиболее крупным является овраг, разгружающийся в провал с правобережья балки. Длина его составляет 108 м, максимальная ширина 5 м, а глубина – до 2,1 м. У оврага имеются боковые отвершки, а борта осложнены небольшими оползнями. Овраг обрывается в провал в виде отвесного уступа высотой до 157 см. Верховья оврага зарастают травой, куртинами ив. Средняя скорость роста оврага за 2010–2012 гг. составила 36 м/год, что, согласно СНИП 22-01-95 [6], относится к категории весьма опасного развития этого процесса. Овраги I стадии развития (по С. С. Соболеву) развиты также в краевой правобережной части площадки, обращенной к лесу. Глубина их достигает 1,05 м, а длина – первые десятки метров. В этой части площадки наблюдаются многочисленные трещины, а также поноры – результат действия процессов суффозии. Диаметр поноров достигает 35 см, а измеренная глубина – более 2 м.

Выводы

Техногенные отложения – это весьма сложные системы, благоприятные для развития негативных современных процессов рельефообразования.

Скорости развития опасных процессов в техногенных отложениях возрастают, увеличивается и число потенциально опасных процессов в этих отложениях, не характерных для естественных грунтов. Для предотвращения развития опасных и неконтролируемых процессов в техногенных отложениях необходимо тщательное изучение их состава и свойств, а также организация мониторинга опасных экзогенных процессов рельефообразования.

Список литературы

1. Евсева Н. С. Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины. – Томск: Изд-во НТЛ, 2009. – 484 с.
2. Золотарев Г. С. Инженерная геодинамика. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 328 с.
3. Памятники Томского Приобья и V–VIII вв. н.э. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 1983. – 135 с.
4. Передельский Л. В. Инженерная геология / Л. В. Передельский, О. Е. Приходченко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 456 с.
5. Сергеев Е. М. Инженерная геология. – М.: Изд-во Московского гос. ун-та, 1978. – 384 с.
6. СНиП 22-01-95 – Геофизика опасных природных воздействий. Министерство строительства Российской Федерации (Минстрой России). – М., 1996. – 7 с.
7. Сулакшина Г. А. Исследование пространственной изменчивости инженерно-геологических свойств пород и ее практическое использование: Автореф. дис... д-ра геол.-минерал. наук. – Томск, 1973. – 44 с.
8. Трофимов В. Т. Опорные инженерно-геологические разрезы лессовых пород Северной Евразии / В. Т. Трофимов, С. Д. Балыкова, Т. В. Андреева, А. В. Ершова, Я. Е. Шаевич; под ред. проф. В. Т. Трофимова. – М.: КДУ, 2008. – 608 с.
9. Чистяков А. А., Макарова Н. В., Макаров В. И. Четвертичная геология. – М.: ГЕОС, 2000. – 303 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Оценка экологических рисков при освоении инвестиционно-привлекательных территорий» в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. Мероприятие № 1.2.1 «Проведение научных исследований научными группами под руководством докторов наук» по направлению «География и гидрология суши».

Рецензенты:

Парначёв Валерий Петрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии Томского государственного университета, г. Томск.

Сухова Мария Геннадьевна, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры геоэкологии и природопользования Горно-Алтайского государственного университета, г. Горно-Алтайск.