

А. В. КАДЕТОВА, А. А. РЫБЧЕНКО, Ю. Б. ТРЖЦИНСКИЙ

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИРКУТСКА

Приведены результаты изучения экзогенных геологических процессов в пределах урбанизированных территорий. Выделены специфические участки — локальные геосистемы городских территорий с интенсивным развитием природно-техногенных ЭГП, требующие анализа эволюции геологической среды и проведения инженерно-технических работ, направленных на снижение негативной техногенной нагрузки.

Ключевые слова: *геоэкологические ситуации, экзогенные процессы, техногенный прессинг, городская геологическая среда.*

Presented are the results derived from studying the exogenous geological processes within urbanized territories. Specific areas are identified: local geosystems of urban territories with intense development of natural-technogenic exogenous geological processes which require analysis of the evolution of the geological environment and engineering technical work in order to minimize the negative technogenic load.

Keywords: *geoecological situation, exogenous processes, technogenic pressing, urban geoecological environment.*

Геологическая среда Иркутска более чем за трехсотлетнюю историю его развития претерпела коренные изменения под постоянно нарастающим воздействием техногенных нагрузок. При этом изменения касаются не только геологической среды, но и других сфер, в частности, загрязнения атмосферы, чему способствуют особенности рельефа территории [1], почв [2], поверхностных водных объектов и др.

Цель данной статьи — рассмотрение проблем негативного преобразования литосферы как части геологической среды. Наиболее яркими показателями таких изменений являются геологические процессы, к увеличению интенсивности которых, активизации и площадей их проявления приводит воздействие различных техногенных факторов. Для комплексной оценки геоэкологических проблем на территории города изучены его природные условия, проведен подробный анализ исторического развития городской геосистемы как одного из основных факторов изменения геоэкологической ситуации.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТЕРРИТОРИИ

Иркутск и его ближайшие окрестности расположены в пределах всхолмленной эрозионно-денудационной равнины, выполненной юрскими и четвертичными отложениями. Основная часть города находится на высокой пойме и террасах рек Ангара, Иркут, Ушаковка, Кая, Топка и других, сложенных аллювием мощностью от 5 до 15 м, перекрытым склоновыми отложениями. Новые микрорайоны построены на прилегающих склонах и водораздельных поверхностях. Склоны речных долин в целом пологие, а между реками Ангара и Ушаковка очень пологие. Наиболее распространены субгоризонтальные (до 2°) и слабонаклонные поверхности (до 10°), занимающие до 80 % территории города. Максимальное превышение водоразделов над днищами долин колеблется от 100 до 170 м.

Геологическое строение характеризуется широким развитием юрской угленосной формации, а также чехла четвертичных отложений с максимальной мощностью до 30 м различного генезиса — аллювиального, делювиального, пролювиального, элювиального. Породы юрской формации сложены сильно выветрелыми, трещиноватыми отложениями, представленными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, переслаивающимися с горизонтами углей разной мощности и глин. Такое строение создает предпосылки для развития оползневых деформаций разных типов [3].

Особенностью территории является широкое развитие лёссовых отложений, распространенных на территории города практически повсеместно и залегающих на террасах Ангара, а в виде островов — на водоразделах и склонах [4]. Ими представлены отложения третьей и четвертой террас на правобережье Ангара (территория Правобережного округа, включая микрорайон Солнечный), третьей и четвертой террас ее левого берега (прибрежная часть Свердловского округа), а также участки водораздельных пространств (часть территории микрорайона Юбилейный, 3-го поселка ГЭС и Синошиной горы).

Их обычная мощность — от 1–4 до 15–20 м. Современное состояние этих грунтов часто характеризуется недоуплотненностью (плотность скелета 1,44–1,65 г/см³, коэффициент пористости 0,89–1,13) и низкой степенью водонасыщения (0,2–0,4), что предопределяет возможность развития в них таких свойств, как просадочность, размокаемость и размываемость [4]. Грунты с такими свойствами предрасположены к развитию суффозионно-просадочных и эрозионных процессов. Современные активно растущие эрозионные формы развиты на склонах, преимущественно в делювиальных и лёссовых отложениях. Активные овраги приурочены к различным элементам древних эрозионных форм — падей, заполненных пролювиальными отложениями мощностью до 8 м.

До застройки центральная часть Иркутска представляла собой заболоченную местность со «слабыми» грунтами и торфяниками [5, 6]. Реки Ангара и Иркут, разливающиеся в весеннее половодье и во время зимнего ледостава, затопляли прибрежные территории [7]. Переменное увлажнение и высыхание таких грунтов привело к вымыванию мелких фракций, образованию пустот, пучению и резкому снижению несущей способности грунта.

Таким образом, природные условия территории города изначально предрасположены к распространению эрозионных, суффозионно-просадочных процессов, а также природному подтоплению и затоплению. Однако степень влияния природных и техногенных факторов, определяющего их развитие и динамику, с ростом города и увеличением нагрузок изменилась.

ИСТОРИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Исторический обзор городской экосистемы позволил выделить пять основных этапов развития города, каждый из которых характеризовался существенным увеличением техногенного прессинга (рис. 1). На первом и втором этапах техногенное воздействие на геологическую среду города было минимальным и привело к незначительным изменениям природной геодинамической обстановки — вырубке леса, осушению болотистых участков для улучшения условий строительства, первоначальной деревянной застройке. Длительное время принципы воздействия на геологическую среду города принципиально не менялись, увеличивалась лишь его площадь.

На третьем этапе началась застройка преимущественно каменными зданиями. Деятельность человека направлялась главным образом на благоустройство территории и устранение неблагоприятных факторов. Например, для улучшения условий строительства осушались заболоченные участки,



Рис. 1. Схема изменения геологической среды на разных этапах освоения территории Иркутска.

что сказалось на гидрологических условиях. Все техногенные вмешательства на данном этапе развития города носили локальный характер, но все же вели к изменениям, как положительным, так и отрицательным.

Основные изменения геологической среды города на четвертом этапе связаны с началом строительства и эксплуатации железной дороги, что вызвало и территориальный рост города, и совершенно новые техногенные нагрузки. Так, после обильных ливней на станции Иркутск размывало искусственную насыпь железнодорожного полотна, и несколько вагонов сползли под откос [7]. Еще одним примером опасных склоновых явлений в зоне влияния железной дороги может служить образование оползня летом 1948 г. на старой железной дороге, основными причинами которого помимо сильно увлажненных делювиальных супесей и суглинков и значительной крутизны склона стали динамические нагрузки от движения поездов [8].

В начале прошлого века стали проводиться работы по благоустройству городской территории. Так, в 1903–1905 гг. на центральных улицах города началось строительство первого водопровода, с этого времени расширяются системы подземных коммуникаций, что создало дополнительные условия для развития просадочных и суффозионных процессов [5]. В 1940-е гг. проводятся первые работы по асфальтированию улиц, что вызвало изменение испарения и стока, и как следствие — изменение водного баланса. На данном этапе в результате инженерной деятельности человека изменяется городская геосистема, ее компоненты — гидрологические условия, водный баланс, грунты.

Начало пятого этапа развития Иркутска приурочено к вводу в эксплуатацию в середине 1950-х гг. Иркутской ГЭС и заполнению водохранилища. После строительства плотины ГЭС и создания в верхней части Ангары Иркутского водохранилища отмечено изменение режима реки и водного баланса территории.

На протяжении всей истории развития города происходили частые наводнения: весной при таянии снега, летом после ливней, зимой в результате возникновения зажорных явлений во время ледостава. После урегулирования стока Ангары водохранилищем ситуация изменилась, но в то же время после строительства плотины ГЭС в правобережной части города за счет обходной фильтрации поднялся уровень грунтовых вод, что способствовало активизации суффозионно-просадочных процессов [9]. Кроме того, с появлением искусственного водоема получил развитие новый процесс — абразия, проявление которой можно наблюдать в прибрежной зоне микрорайона Солнечный.

При застройке территории ведутся работы по выравниванию поверхности, на строительных участках уничтожается растительный покров, производится подрезка склонов и откосов, т. е. полностью изменяется рельеф. Строительство крупных инженерных объектов и жилых многоэтажных зданий с глубоким заложением фундаментов создает барражный эффект, нарушает естественный дренаж территории. Под давлением массы зданий и сооружений естественные и техногенные грунты уплотняются, что ведет к оседанию и деформации поверхности с образованием провалов, трещин, воронок [10].

При строительстве линейных сооружений производится подрезка и выполаживание склонов, изменяется структура естественных водосборных бассейнов, строятся линейные насыпи, дамбы, т. е. появляется новая среда для развития геологических процессов. На данном этапе развития городской геосистемы инженерно-геодинамическая обстановка характеризуется активизацией природных и природно-техногенных процессов, а также проявлением чисто техногенных.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

С целью анализа распространения экзогенных геологических процессов (ЭГП) на территории Иркутска и оценки влияния тех или иных факторов на их развитие создана ГИС, представляющая удобный инструмент для решения инженерно-геологических задач. Подобные работы для территории городов, в том числе и Иркутска, проводились неоднократно. С помощью ГИС решались задачи для экологических, экономико-географических исследований, а также проблемы землепользования и городского землеустройства [11].

При создании электронной карты, отражающей природные условия территории и объекты городской инфраструктуры с базами данных, использована программа MapInfo Professional, версия 6.5. Разработанная ГИС основана на крупномасштабных картографических материалах различной тематики и времени издания: исторические планы Иркутска, начиная с XVIII в., современный топографический план города, карта сейсмического микрорайонирования и др. Кроме того, использованы материалы опубликованных и фондовых работ по инженерно-геологическим условиям территории города, а также в полной мере отражены результаты полевых наблюдений лаборатории инженерной геологии и геоэкологии Института земной коры СО РАН за последние пять лет.

Вся имеющаяся информация систематизирована в базах данных ГИС. Информация об инженерно-геологической обстановке и геологической среде, а также техногенной нагрузке представлена слоя-

ми, отображающими условия геологической среды города, выявленные на основе геоморфологической карты территории (база данных слоя включает информацию о литологии, мощности залегания пород, их генезисе, глубине залегания грунтовых вод, об ЭГП, характерных для данного участка). Отдельные слои отображают ЭГП разных этапов развития города — с начала его возникновения до настоящего времени, для современного этапа приведена их морфологическая характеристика. Особенности техногенной нагрузки показывает карта застройки города, база данных которой включает основные характеристики зданий.

Для каждого этапа развития города составлены карты, отображающие инженерно-геодинамическую обстановку территории. Основой для создания карт начальных этапов (с 1652 по 1960 г.) служили летописные источники. Данные об ЭГП последнего (современного) этапа получены на основе полевых исследований авторов и анализа фондовых материалов. В результате сопоставления ряда карт и анализа техногенных воздействий оценено состояние геологической среды Иркутска на разных этапах его развития и определено соотношение факторов в изменении инженерно-геологических условий.

Установлено, что под воздействием природных факторов в период минимальной техногенной нагрузки на геологическую среду процессы, связанные с деятельностью поверхностных и подземных вод (суффозионно-просадочные явления, выходы грунтовых вод, заболачивание, затопление, подтопление), отмечались в центральной части города, на пойменных участках и на поверхности первой террасы Ангары.

В XVII в. на территории современного сквера Кирова существовало старичное озеро, впоследствии осушенное спуском воды в Ангару [7]. Площадь, где сейчас находятся здания центрального рынка и торгового комплекса, в XVIII в. представляла собой болото, также осушенное — засыпанное строительным материалом [5]. После осушения этих участков при обильных осадках процессы затопления и заболачивания здесь возобновлялись. Выходы грунтовых вод и связанная с ними просадка грунта наблюдались в бывшем русле р. Грязнухи, проходившем по территории современных улиц Урицкого, Карла Маркса, 5-й Армии [7].

Таким образом, на протяжении всего периода развития города определяющую роль в развитии процессов играли природные факторы, а вмешательство человека на первых этапах его развития существенно не влияло на инженерно-геодинамическую обстановку. Однако техногенные нарушения на четвертом и пятом этапах развития повлекли за собой коренные изменения условий геологической среды и стали доминировать.

В настоящее время практически вся территория Иркутска покрыта сетью подземных водонесущих коммуникаций. Недоуплотнение грунтов после засыпки со временем приводит к их усадке и поверхностному или внутреннему размыву. Пустоты в грунте и утечка провоцируют образование суффозионных процессов вдоль линий коммуникаций. Все выявленные суффозионно-просадочные процессы приурочены именно к зонам влияния трасс подземных водонесущих систем.

После аварии на трассе в микрорайоне Университетский, на участке протяженностью 200 м, за один весенний месяц образовалось 10 крупных суффозионных форм шириной до 2,8 м и глубиной до 1,0 м [12] (рис. 2). Провалы и просадки появились в лёссовидных суглинках со скелетно-агрегированной микроструктурой (26,9 %) и низким коэффициентом свободы тонкоглинистой фракции (15,4 %). Суглинки карбонатны, пластичны (7,1 %), средней плотности (1,72 г/см³), в водонасыщенном состоянии обладают пониженной прочностью (сцепление 0,25 кгс/см², угол внутреннего трения 31°).

Все суффозионно-просадочные явления, зафиксированные на территории Иркутска, нанесены на карту и внесены в базы данных с учетом их параметров. Для участков города с наибольшим распространением суффозионно-просадочных процессов по формуле $K_{\text{пр}} = \Sigma f_{\text{пр}} / F$ (F — общая площадь оценочной единицы, $f_{\text{пр}}$ — суммарная площадь проявления процесса) рассчитан коэффициент пораженности $K_{\text{пр}}$, составляющий для микрорайонов Университетский и Первомайский в целом 11 %. Полученный коэффициент представляет для данной территории значительную величину, поскольку до застройки и благоустройства на этих участках суффозионных процессов не наблюдалось.

В районе Синюшиной горы $K_{\text{пр}} = 9$ %, и процесс этот здесь является унаследованным, поскольку на карте инженерно-геологического районирования территории Иркутска (1964 г.) в этом месте отмечены бугристо-западинные формы рельефа, возможно, связанные с просадочностью грунтов. В настоящее время просадочность грунтов усугубляется утечкой из коммуникаций и имеет чисто техногенный характер.

На территории центральной части города, где пораженность суффозионными процессами составляет 14 %, просадочные процессы также являются унаследованными. Так, на центральных улицах города в XIX в. и начале XX в. образовывались провалы и просадки различных форм и размеров, чему способствовал высокий уровень грунтовых вод на бывших здесь ранее заболоченных участках. В настоящее время суффозионно-просадочные процессы, как унаследованные, так и вновь возникшие, развиваются под воздействием техногенных факторов и распространены на значительных площадях.



Рис. 2. Суффозионные провалы над трассой водонесущих коммуникаций летом 2001 г. в микрорайоне Университетский.

Подтопление, также являющееся для Иркутска, в частности для его центральной части, унаследованным процессом, в настоящее время усугубляется воздействием техногенных факторов. К ним относятся: неудовлетворительное состояние трасс подземных водонесущих коммуникаций (потери из водопроводных, канализационных и тепловых сетей); подпор грунтовых вод в зоне обходной фильтрации в плечах плотины Иркутской ГЭС; сверхнормативные пропуски воды через плотину; подпор грунтовых вод при заглублении в них фундаментов крупных зданий; строительство в поймах рек и ручьев; нарушение естественного дренажа; сооружение железнодорожной и автомобильных сетей, изменяющих характер поверхностного стока [9]; почти повсеместное покрытие территории асфальтом и, как следствие этого, недостаточная испаряемость.

Частые паводки и наводнения, до середины XX в. отмечавшиеся практически ежегодно, прекратились после урегулирования стока Ангары плотиной Иркутской ГЭС.

Эрозионные процессы ранее наблюдались на слабонаклонных поверхностях водоразделов и склонах террас, сложенных суглинками. По данным летописных источников [5, 7], а также по материалам Л. А. Сироткина (1964 г.) в районах Лисихи, поселков ГЭС, Студенческого городка, а также левобережья Ангары отмечались различные эрозионные процессы — плоскостной смыв, развитие промоин и оврагов, подмыв береговых склонов.

В настоящее время в связи с благоустройством и планировкой территории крупные эрозионные процессы на этих площадях местами ликвидированы или же приостановлены, они развиваются в основном на неблагоустроенных участках, в рекреационных зонах, на склонах террас, выполненных рыхлыми отложениями. Основными факторами, вызывающими развитие и активизацию таких процессов, выступают снятие растительного покрова, изменение рельефа и техногенные утечки из коммуникаций. Вершины некоторых оврагов прирастают за счет суффозионно-просадочных явлений.

В весенне-летний период 2001 г. на склоне третьей надпойменной террасы (микрорайон Университетский) образовался техногенный овраг глубиной до 1,5 м, шириной 4 м и протяженностью 15 м. Поверхность участка в основном покрыта травянистой растительностью с небольшим количеством деревьев, расположенных группами. Раньше это была рекреационная зона, и эрозионных процессов здесь не отмечалось, однако создание на этой территории автополигона, сопровождавшееся планировкой поверхности и снятием почвенно-растительного слоя, привело к возникновению условий для их развития. Решающим же фактором формирования оврага стала концентрация поверхностного стока на трассе, расположенной поперек склона с боковым ограждением, препятствующим стоку воды по склону. В результате вода потекла по дороге и на повороте трассы, расположенном ниже по склону, ускоряясь, приобрела максимальную разрушительную силу, спровоцировавшую образование оврага (рис. 3).

Оползневые процессы на начальных этапах развития города развивались на крутых нетеррасированных склонах, сложенных юрскими песчаниками. Приурочены они к склонам речных долин, и их активизация вызвана эрозионной деятельностью рек, повышенным уровнем грунтовых вод и трещиноватостью юрских пород. Одно из условий развития оползней в юрских породах — особое строение склона, когда жесткие породы залегают на глинистых, представляющих в разрезе ослабленные зоны [13].

На территории Иркутска такие процессы имеют как унаследованный, так и техногенный характер. Примером может служить Ершовский оползень. Три древних оползневых участка, наблюдавшиеся [14] на левом берегу Ангары выше города, в процессе заполнения водохранилища были подтоплены. На одном из них в результате подрезки верхней части склона было нарушено равновесное состояние, образовался оползень, угрожающий строительству, который удалось остановить отсыпкой дамбы на подошву оползня.

Унаследованными представляются оползни в районе курорта «Ангара» и на правом берегу Иркутта, развивающиеся на коренных породах. В районе курорта отмечаются как древние, неактивные, так и современные активные оползни. Оба участка расположены на склоне, имеют одинаковое геологическое строение — они сложены песчаниками юрского возраста, переслаивающимися аргиллитами и алевролитами.

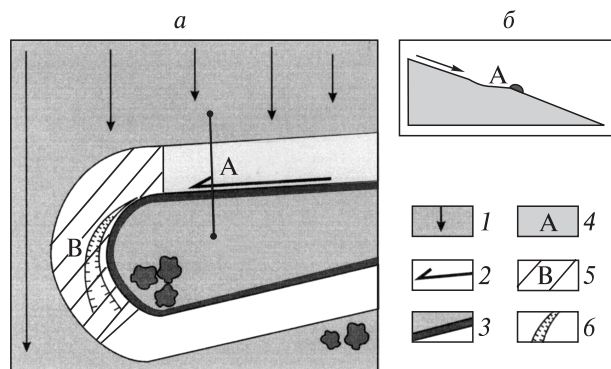


Рис. 3. Схема формирования техногенного оврага (микрорайон Университетский).

а — план, б — разрез. 1 — направление поверхностного стока воды; 2 — направление уклона трассы; 3 — придорожная грунтовая стенка, препятствующая потоку воды; 4 — зона концентрации поверхностного стока; 5 — зона максимальной скорости водного потока; 6 — овраг.

Склон долины Каи характеризуется ступенчатым профилем, обусловленным древними оползневыми формами протяженностью 15–50 м и шириной 5–10 м. Отчетливо прослеживаются оползневой цирк, стенки срыва и бровка главного уступа, хотя все элементы оползневого рельефа сглажены, задернованы. Коренные породы перекрыты пылеватыми лёссовидными супесями и легкими суглинками небольшой мощности (1–1,5 м).

Склон долины Иркута ниже устья Каи — крутой, с углом наклона поверхности 20–40°, осложненный элементами оползневого рельефа. Дерновый покров на многих участках разорван зияющими трещинами, видны ступенчатость, бугристость, оплывины и другие оползневые микроформы — трещины отрыва протяженностью до нескольких метров, часто незадернованные, оползневые рвы шириной до одного метра с обнаженными коренными породами, обнаженные стенки срыва. Характерный признак оползневых деформаций — «пьяный» лес и изогнутые деревья [15].

Пример другого типа — оползень в стенке карьера кирпичного завода в Ново-Ленино. Он образован в середине 1980-х гг. в лёссовидных суглинках и супесях с прослоями глин и песков по обводненному глинистому горизонту (рис. 4). Причиной его активизации стала концентрация поверхностных вод над глинистым слоем в результате свалки бытовых отходов, расположенной выше по склону и замедлившей процесс испарения атмосферных осадков из грунта. Сошедшие оползневые массы вплотную подошли к отдельным хозяйственным объектам завода и захватили опору высоковольтной сети.

Таким образом, при изучении урбанизированных территорий выявлено, что закономерности развития их экзодинамической обстановки определяются взаимодействием естественных факторов и техногенных воздействий, различающихся по природе, интенсивности и масштабам. Выделены основные группы техногенных факторов изменения геологической среды: нагрузка от гражданского строительства и от промышленных предприятий, изменение режима подземных вод и изменение поверхностной гидросферы.

На примере Иркутска установлено, что в результате инженерной деятельности принципиально изменилась городская экосистема, появились новые объективные условия для интенсивного развития природно-техногенных и техногенных процессов и явлений. Природные особенности территории и наложившиеся на них техногенные преобразования привели к формированию специфической природно-техногенной системы города, для которой характерны активизация старых и развитие новых форм опасных явлений.

На первых этапах освоения местность, занимаемая Иркутском, отличалась заболоченностью, природным подтоплением, многочисленными наводнениями и паводками, развитием оползневых процессов. При техногенном вмешательстве многие из них активизировались и стали развиваться в новой, искусственной среде. Благоустройство городской территории привело к уменьшению масштабных эрозионных процессов, но в то же время в результате создания сетей подземных водонесущих коммуникаций, асфальтирования площадей без качественных водосливных и водопропускных сооружений на территории города возросло количество суффозионно-просадочных процессов.

На протяжении всей истории создания города природные факторы играли определяющую роль в развитии процессов, вмешательство же человека на первых этапах строительства было минимально и

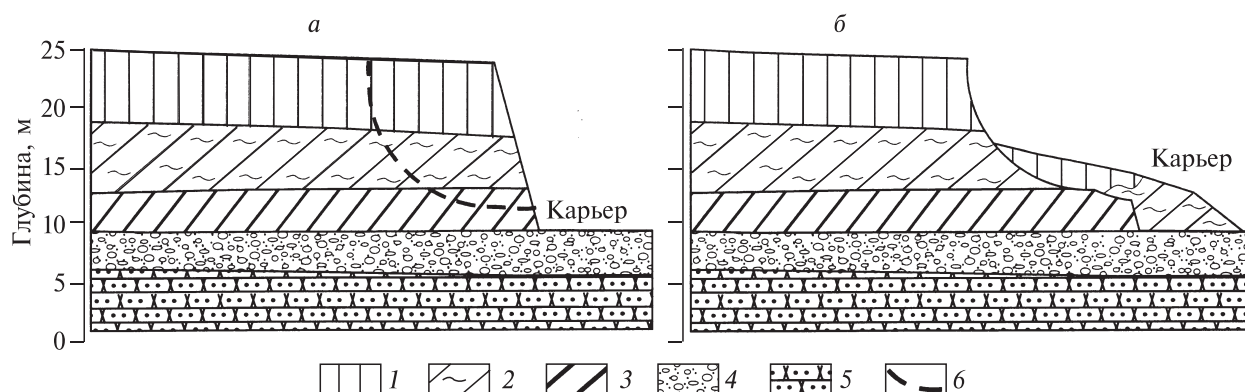


Рис. 4. Схема развития оползня (кирпичный завод, Ново-Ленино).

а — подрезка склона при создании карьера, нарушение динамического равновесия склона; б — стабилизация динамического равновесия склона после схода оползня. 1 — суглинки лёссовидные (второй горизонт); 2 — суглинки и супеси с прослоями глин и песков (первый горизонт); 3 — глины и суглинки пойменной фации; 4 — гравий и галька с песком; 5 — песчаники; 6 — граница скольжения оползня.

существенно не влияло на инженерно-геодинамическую обстановку. Последующие техногенные изменения повлекли за собой коренную перестройку условий геологической среды и стали доминировать в развитии ЭГП.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (06–05–64186).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Коновалова Т. И., Мисевич К. Н.** Изменение окружающей среды юга Средней Сибири под воздействием крупных промышленных центров // География и природ. ресурсы. — 2001. — № 3.
2. **Напрасникова Е. В.** Изучение экологического состояния городских почв (на примере Иркутска) // География и природ. ресурсы. — 2003. — № 3.
3. **Тржцинский Ю. Б., Козырева Е. А., Верховин И. И.** Инженерно-геологические особенности Иркутского амфитеатра. — Иркутск: Изд-во Иркут. техн. ун-та, 2005.
4. **Ряченко Т. Г., Акулова В. В.** Проблемы лессоведения юга Восточной Сибири и сопредельных территорий (опыт регионального анализа) // Лессовые просадочные грунты: исследования, проектирование и строительство. — Барнаул, 1997.
5. **Романов Н. С.** Летопись города Иркутска за 1902–1924 гг. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1994.
6. **Пежемский П. И., Кротов В. А.** Иркутская летопись. — Иркутск: Паровая типогр. И. П. Казанцева, 1911.
7. **Иркутская летопись 1661–1940 гг.** / Составитель, автор предисловия и примечаний Ю. П. Колмаков. — Иркутск: Оттиск, 2003.
8. **Ломтадзе В. Д.** Инженерная геология. Инженерная геодинамика. — Л.: Недра, 1977.
9. **Шенькман Б. Н., Шенькман И. Б.** Эволюция гидрогеологических условий на территории Большого Иркутска // Проблемы оценки и прогноза устойчивости геологической среды г. Иркутска. — Иркутск, 1997.
10. **Лихачева Э. А., Тимофеев Д. А., Жидков М. П. и др.** Город — экосистема. — М., 1996.
11. **Богданов В. Н.** Геоинформационное обеспечение картографического качества городской среды // Географические идеи и концепции как инструмент познания окружающего мира. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001.
12. **Кадетова А. В., Рыбченко А. А.** Техногенная нагрузка и инженерно-геологические процессы в пределах территории г. Иркутска на разных этапах его развития // Z badan nad wplywem antropresji na srodowisko. — Sosnowiec, 2003. — Т. 4.
13. **Демьянович Н. И.** Экзотические склоновые деформации в зоне перспективной городской застройки // География и природ. ресурсы. — 2001. — № 3.
14. **Маслов В.** О морфологии древних оползней на берегу р. Ангара около Иркутска // Изв. ГГО. — 1933. — Т. 65, вып. 1–6.
15. **Рыбченко А. А.** Оползневой склон долины Иркуты и Каи в районе курорта «Ангара» г. Иркутска // Строение литосферы и геодинамика. — Иркутск, 2001.

*Институт земной коры СО РАН,
Иркутск*

*Поступила в редакцию
28 января 2007 г.*