

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

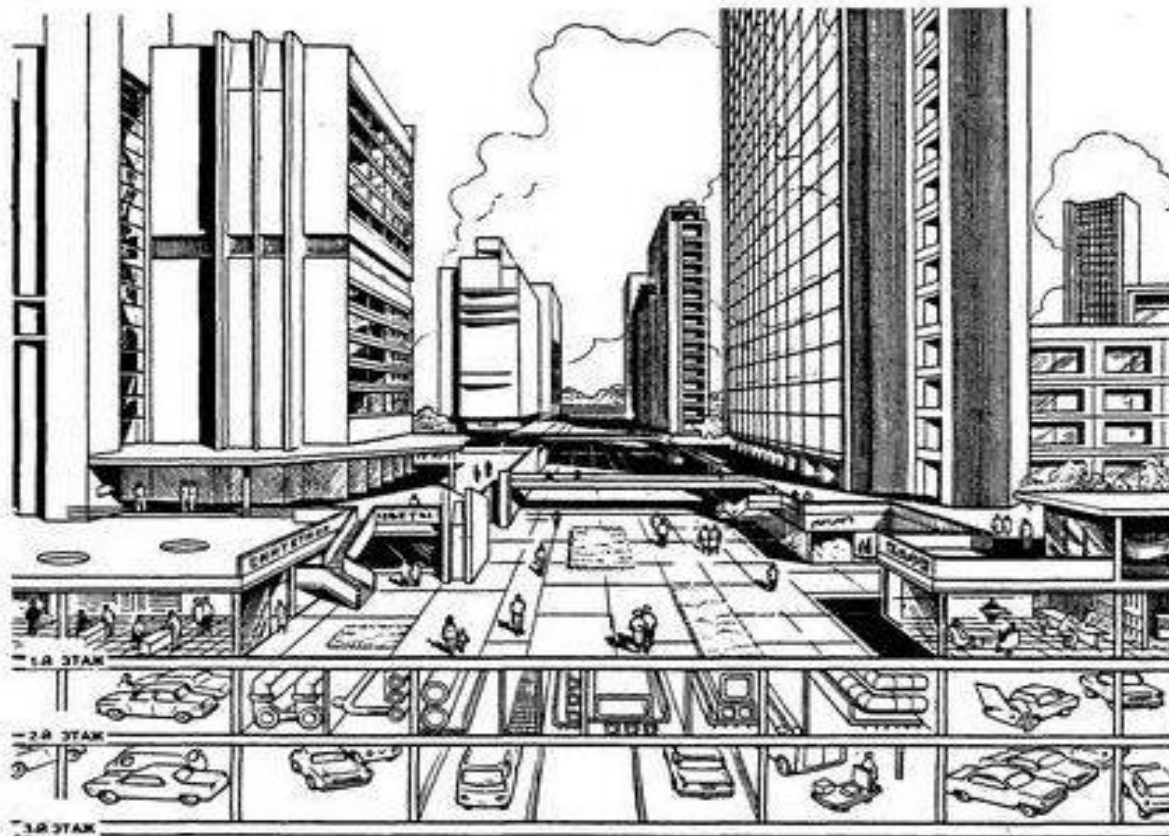


ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Рост промышленного и гражданского строительства, развитие городской инфраструктуры, мероприятия по благоустройству жилых массивов приводят к перемещению значительного количества грунтовых масс, увеличению объемов техногенных и техногенно измененных грунтов, изменению условий теплообмена, инфильтрации, стока и разгрузки подземных вод, баланса грунтовых вод, равновесного состояния склонов и др.

Негативные последствия этих изменений – локальная активизация естественных геологических процессов – оползней, суффозии, эрозии, подтопления и др., и появление их техногенных аналогов

Города становятся все более сложным комплексом разнообразных инженерных сооружений



**Подземные и наземные этажи города
(Г.А.Разумов, М.Ф.Хасин, 1991)**

Степень и характер воздействия строительства и эксплуатации сооружения в значительной мере определяются технологиями строительства, глубиной заложения фундамента и размерами сооружения, местными геоморфологическими, инженерно-геологическими, гидрогеологическими и другими условиями территории

Воздействие сооружений и строительных работ на породы и подземные воды проявляется в виде: статических и динамических нагрузок; изменения режима подземных вод; изменения напряженного состояния, свойств грунтов и т.д.

1 Оседание земной поверхности

- статические нагрузки на толщу пород от веса зданий и сооружений, в результате чего происходит уплотнение грунтов оснований.

Уплотнение пород под тяжестью зданий сопровождается уменьшением их влажности и пористости и увеличением плотности.

При плотной застройке депрессии проседания от каждого здания своими внешними краями смыкаются, и под городом возникает крупноплощадная депрессия сотообразного строения.

Оседание земной поверхности

Здание МГУ возвышается на 180 м и имеет объем около 2 млн. м³. Уплотнение пород под действием веса здания вызвало осадку поверхности земли под его центром на 4,7 см.

В целом, здание МГУ и другие высотные дома Москвы создали своей тяжестью депрессии, замкнутый контур каждой из которых находится снаружи на расстоянии 50-120 м от периметра зданий.

В Архангельске, где 80 % территории сложено торфяниками, отдельные дома опустились на 1-3 м, а участки дорог – на 3-4 м.



Оседание земной поверхности

- динамические нагрузки, возникающие вблизи промышленных предприятий (использующих виброгенерирующие промышленные агрегаты и др.), строительных площадок, крупных автомобильных, железных дорог, метрополитена.

Под действием динамических нагрузок могут возникнуть или активизироваться различные инженерно-геологические процессы и явления (оползневые, уплотнение рыхлых и недоуплотненных грунтов, разжижение и тиксотропное разупрочнение водонасыщенных разностей и т.д.), сопровождающиеся изменением прочности и деформируемости грунтов и нарушением их устойчивости.

Отмечается значительное превышение осадок зданий (в среднем на 20 – 30 %), находящихся вдоль транспортных магистралей, по сравнению со зданиями, находящимися в переулках и тупиках с малым движением транспорта.

Оседание земной поверхности

- «точечная застройка» высотными зданиями с многоуровневыми паркингами часто сопровождается большими объемами откачиваемой воды.

Вокруг строительной площадки формируется депрессионная воронка.

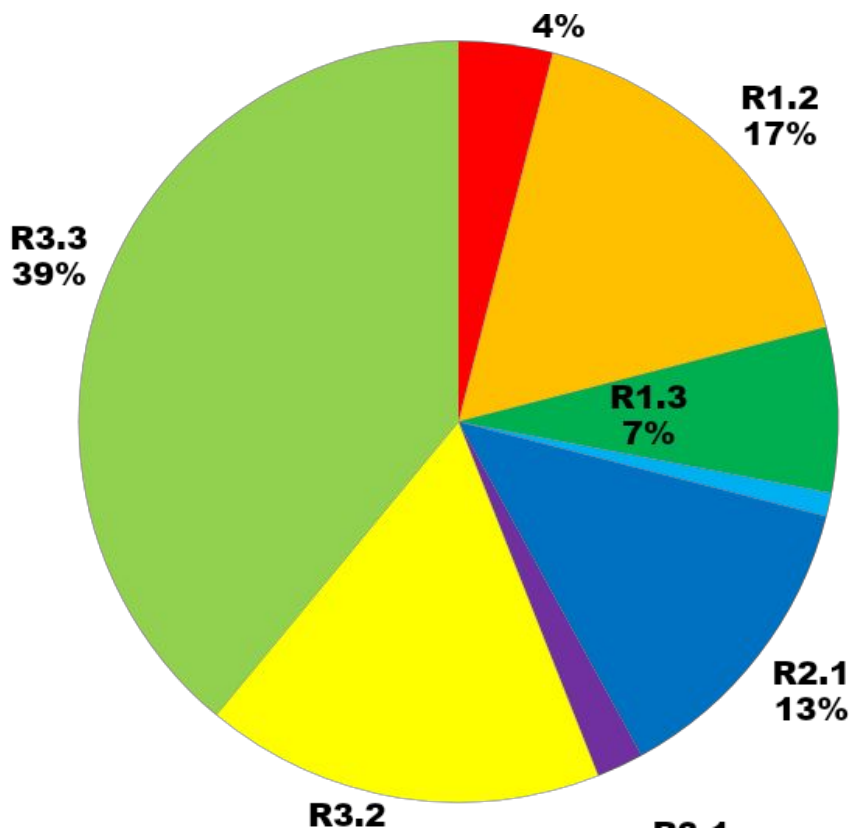
В этих условиях под соседними домами происходит осадка грунтов, которая особенно опасна из-за своей неравномерности под фундаментом.

Дома старой постройки сейчас часто не выдерживают такого «соседства»



г. Санкт-Петербург

Наиболее значимым фактором риска в настоящее время для сложившейся городской застройки, возведенной на слабых глинистых грунтах, является воздействие нового строительства и глубокой реконструкции



Структура причин деформаций:

R1.1 — причины, вызвавшие отказ из-за упущений на стадии изысканий; R1.2 — то же, на стадии проектирования; R1.3 — то же, на стадии производства работ; R2.1 — то же, на стадии эксплуатации зданий; R2.2 — то же, на стадии эксплуатации территории; R3.1 — недостатки изысканий для объекта соседнего строительства; R3.2 — недостатки проектирования объекта соседнего строительства; R3.3 — недостатки при производстве работ на соседнем объекте

При анализе причин деформирования явно выделяется группа, относящаяся к периоду эксплуатации здания, но обусловленная влиянием строительной деятельности, осуществляемой в непосредственной близости от здания.

К этому классу относятся 58% случаев деформирования,

к классу иных причин эксплуатируемого периода – только 14%,

а к классу, связанному с ошибками при изысканиях, проектировании и возведении собственно обследованного объекта – 28% случаев

При устройстве глубоких котлованов для подземных сооружений осадки зданий соседней застройки в большинстве случаев в несколько раз превышают допустимое значение дополнительной осадки.

Основные проблемы связаны с принятием некорректных проектных решений по ограждающим конструкциям котлованов, не обладающим необходимой жесткостью, и системам крепления ограждений от горизонтальных смещений, которые не обеспечивают безопасности окружающей застройки.

Примеры влияния возведения глубоких котлованов на окружающую застройку

Наименование объекта	Глубина котлована	Зона влияния устройств котлована	Расстояние от котлована до соседней застройки	Наибольшая осадка соседней застройки: общая / в период устройства котлована
Гостиница «Невский Палас»	8 м	50 м	1,5 м	>250 мм
Коммерческий комплекс у Московского вокзала	8 м	50 м	10-15 м	150 мм / 80 мм
Вторая сцена Мариинского театра	12 м	30 м	15 м	95 мм / 70 мм



***Аварийные деформации
дома (осадка более 9,5 см,
раскрытие трещины 8 см)***

Оседание земной поверхности

- откачка подземных вод, вызывающая снижение гидростатических напоров и статических уровней подземных вод.

В результате понижения уровня грунтовых вод происходит сжатие минерального скелета грунтов в зоне депрессионной воронки.

В итоге депрессионные воронки под такими городами могут достигать сотен и даже тысяч метров в диаметре, зачастую превышая размеры города, а глубина депрессионных воронок может достигать десятков и даже сотен метров.



Оседание земной поверхности

В г. Лондоне депрессионная воронка имеет глубину 100м, в г. Киеве – 65м, в г. Москве – 50м, в г. Ханое – 30м. Оседание земной поверхности может составить более 10 метров.

Максимальное оседание земной поверхности отмечено в г. Мехико – более 13м, мексиканская столица погружается под землю в настоящее время на 6см в год (наибольшая скорость оседания поверхности отмечалась в 1950 – 1951 гг, достигая 46см в год).

За 50-летний период откачек подземных вод в районе г. Токио осадка дневной поверхности превысила 4,75м, в районе г. Осака — более 3 м.

Г. Хьюстон в США опустился более чем на 3м.

2 Изменение гидродинамического режима подземных вод

Повышение уровня подземных вод обычно связано с созданием вблизи городов водохранилищ, в результате уплотнения пород под статической нагрузкой зданий и сооружений и ухудшения фильтрационных свойств горных пород, освоения подземного пространства, утечек из водонесущих коммуникаций, в результате нарушения естественных условий транзита и разгрузки (планировка территории)

В результате снижается несущая способность грунтов основания, подвальные помещения оказываются затопленными, ускоряется коррозия бетонных конструкций, сокращается срок службы зданий, не обеспечиваются санитарные нормы их эксплуатации

Подтопление в Волгоградском мегаполисе

(включает территорию двух городов – Волгограда и Волжского)

В г. Волжском грунтовые воды до начала строительства располагались на глубине 27 м, а в настоящее время – на глубине 3,4 – 5 м.

Скорость подъема уровня грунтовых вод (УГВ) колеблется от 0,15 до 1,3 м в год.

В мегаполисе зафиксировано более 470 участков подтопления зданий и сооружений, вызванных подъемом УГВ. Территории заводов и жилых кварталов подтоплены практически полностью, их фундаменты находятся ниже УГВ. В районах распространения набухающих глин отмечаются участки интенсивного набухания, в результате чего происходят поднятия поверхности земли, деформации фундаментов, разрыв коллекторов, разрушение асфальтовых покрытий, выпор полов, появление трещин в зданиях. В результате набухания деформировано 145 зданий и сооружений.

Подтопление в Ростовском мегаполисе

В Ростовском мегаполисе подтопленными являются 60 км² (43% площади). За последние 30 лет рост нагрузки на геологическую среду привел к ее критическим трансформациям. Если УГВ на незастроенных территориях находились на глубинах 18-30 м, то в результате урбанизации УГВ поднялся на 15-20 м до отметок 1-2 м от поверхности; скорость подъема УГВ достигала 1 м в год. Подтопление провоцирует деградацию прочностных свойств грунтов, что обуславливает развитие опасных процессов, таких как оползни, просадки, набухание и др.



Подтопление в Саратовском мегаполисе

Интенсивный подъем УГВ и подтопление отмечаются в Саратовском мегаполисе. Главной причиной подтопления является ликвидация естественной дренажной сети – балок и оврагов.

В центре города УГВ за 15-летний период поднялся на 4,5 – 5 м.

**В скважине в центре г. Саратова глубина УГВ в 1930 г. была равна 16 м,
в 1950 – 14 м,
в 1970 – 10 м,
в 1980 – 7 м.**

В период 1990-2010 г. уровень воды стабилизировался на глубине 4 м.

Подтоплению подвержено более 50% застроенной территории Саратова, в том числе 22 км² жилой застройки.

3 Суффозионные процессы

Обусловлены механическим выносом частиц грунта водой

Суффозионные деформации, как правило, приурочены к зонам влияния трасс канализационных коллекторов и водонесущих коммуникаций или располагаются непосредственно над ними

**Оседания земной поверхности
в результате развития процессов
суффозии**



Провалы в асфальтовом полотне в результате развития процессов суффозии



Наибольшую опасность представляют утечки из подземных коммуникаций. Опасность эта заключается в резком скачкообразном изменении гидродинамических условий в грунтах, повышающем скорости фильтрации подземных вод и, следовательно, их разрушающую способность

Особенно неустойчивы насыпные грунты, и большая часть поверхностных деформаций приурочена именно к ним.

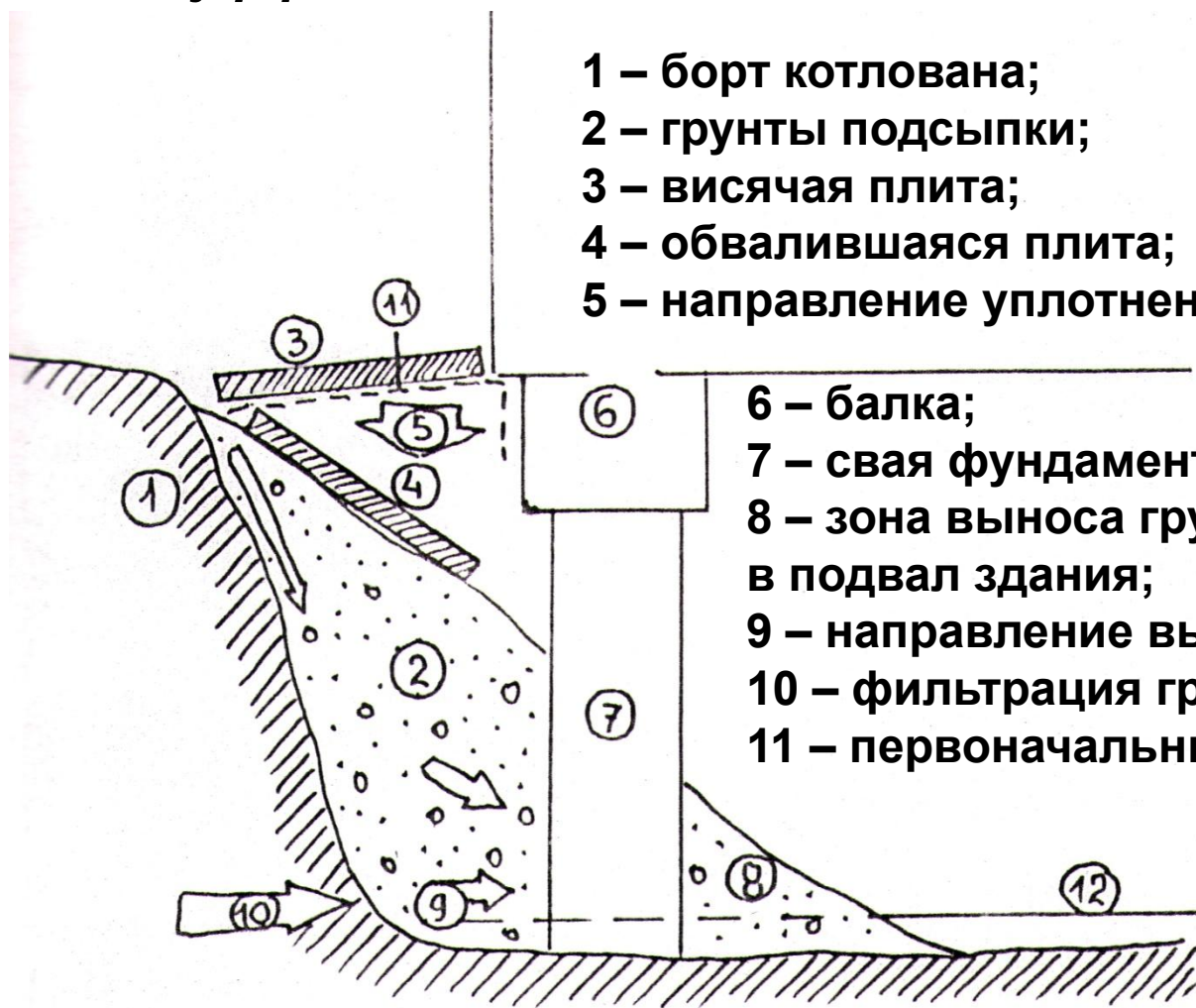
Их нестабильность обуславливается неоднородностью грунтов по гранулометрическому и литологическому составу и недостаточной уплотненностью

Деформации, приуроченные к канализационным колодцам

- колодцы, как правило, не герметичны и в силу того являются дренами для поверхностных вод;**
- насыпные грунты в прилегающей зоне не уплотнены, а, следовательно, хорошо проницаемы и подвержены суффозионному выносу частиц;**
- сплошность асфальтового покрытия нередко нарушается на начальной стадии вследствие уплотнения насыпных грунтов и компенсационного прогибания асфальта, после чего создаются условия для дренажа поверхностных вод, что, в свою очередь, усиливает интенсивность выноса.**

Поверхностные формы проявления провалов такого типа обычно менее значительны в плане, чем по глубине

Деформация оснований существующих зданий под действием суффозионного выноса частиц грунта. Суффозионный вынос с бортов глубоких котлованов. Зона суффозионного выноса – подвальное помещение.



- 1 – борт котлована;
- 2 – грунты подсыпки;
- 3 – висячая плита;
- 4 – обвалившаяся плита;
- 5 – направление уплотнения грунтов подсыпки;

- 6 – балка;
- 7 – свая фундамента;
- 8 – зона выноса грунта подсыпки в подвал здания;
- 9 – направление выноса частиц грунта;
- 10 – фильтрация грунтовых вод;
- 11 – первоначальный уровень подсыпки

Деформация оснований существующих зданий под действием суффозионного выноса частиц грунта. Суффозионный вынос с бортов глубоких котлованов. Зона суффозионного выноса – подвальное помещение.



ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ В ЗОНАХ ЗАСЫПАННЫХ ОВРАГОВ

(на примере г.Саратова)

Техногенные (насыпные) отложения, как правило, создают зоны разуплотненных хорошо обводняемых пород, которые концентрируют загрязнения, характеризуются повышенной деформируемостью, оползневой опасностью, пывунными свойствами. Сооружение фундамента на основании, включающем насыпные грунты, неизбежно вызывает неравномерные осадки и деформационные процессы в надземной части здания или сооружения

Техногенные отложения затрудняют естественную дренажную функцию оврагов и способствуют развитию подтопления городской территории

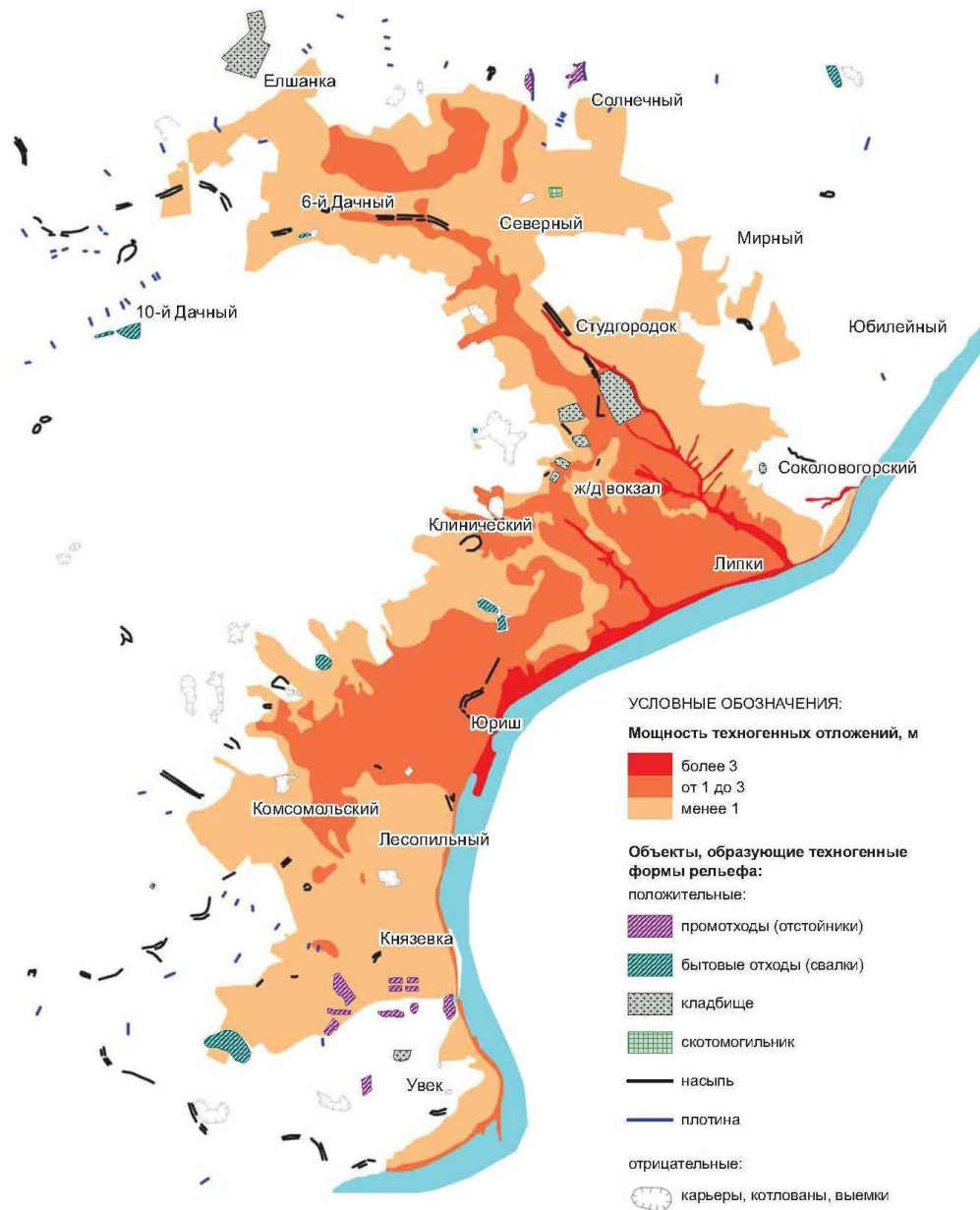


Рис. 1. Мощность техногенных отложений и техногенные формы рельефа на территории г. Саратова

Большинство зданий частного сектора, расположенных вдоль бортов оврага, в разной степени испытывают деформации по причине неустойчивого состояния его склонов, сложенных рыхлыми насыпными грунтами



Рис. 6. Деформации зданий на левом склоне Глебучева оврага: А – ул. Глебучев овраг, д. 369; Б – ул. Рогожина, д. 2

Неравномерные деформации зданий вызваны сочетанием осадок грунта и оползневых процессов (оползни-оплывины) в техногенных отложениях

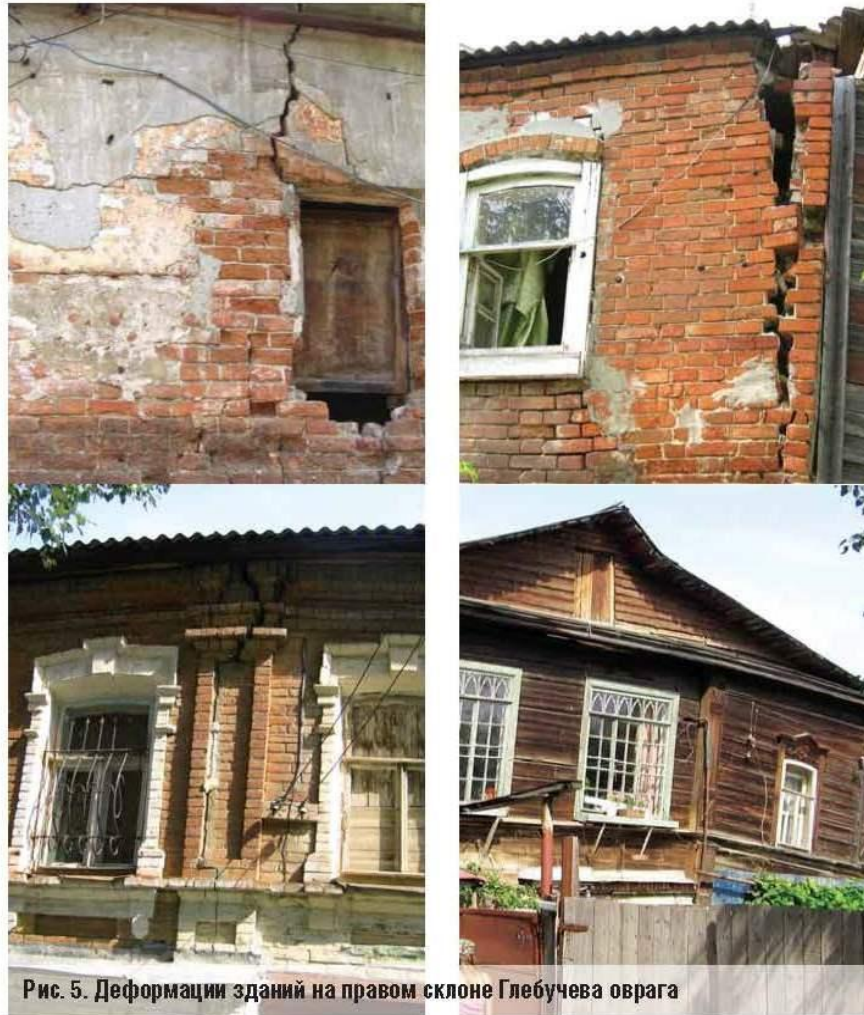
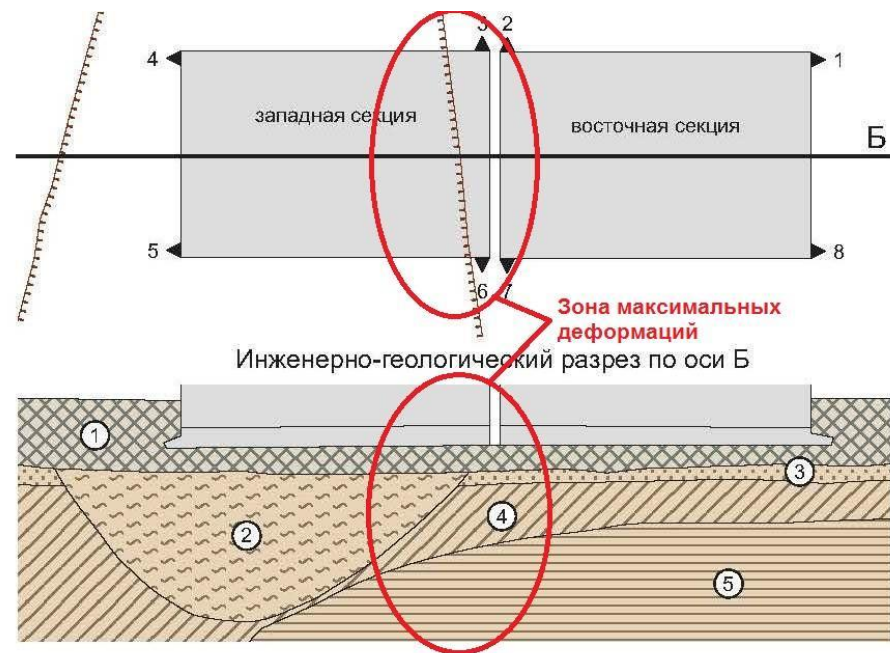
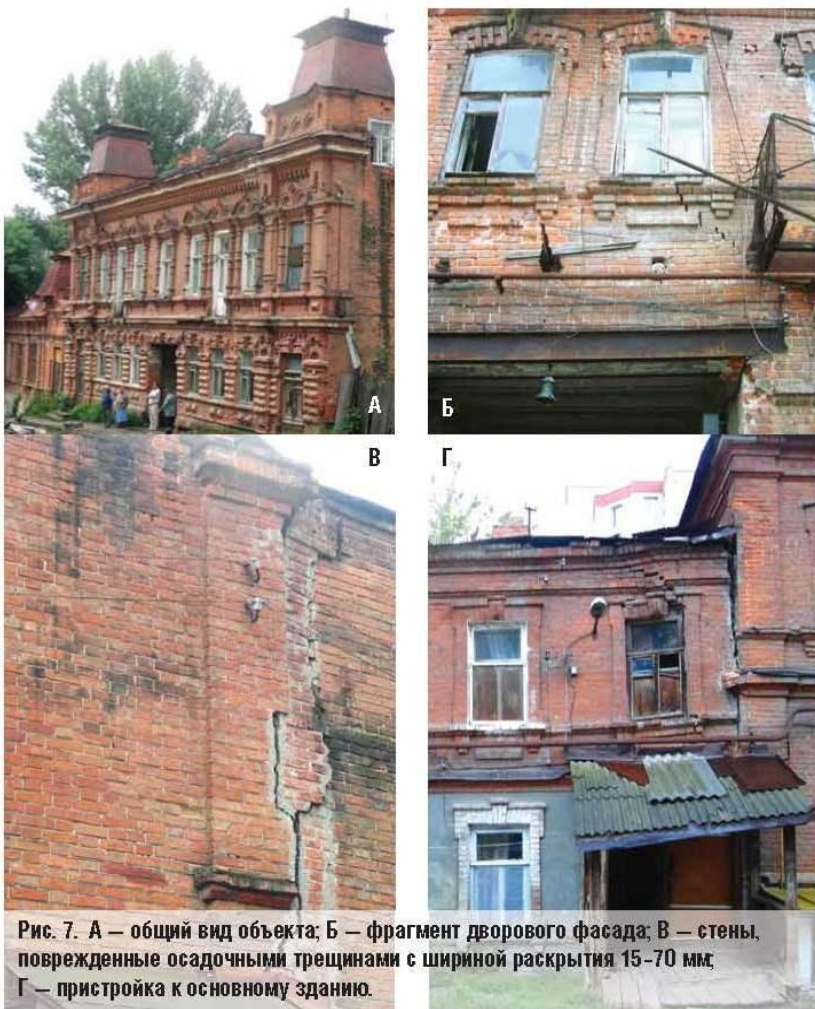


Рис. 5. Деформации зданий на правом склоне Глубучева оврага

Геологическое строение данной площадки осложнено наличием погребенного оврага, засыпанного бытовыми отходами и навозом



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

- | | | | |
|--|--|--|-----------------------------------|
| | насыпной грунт | | суглинки полутвердой консистенции |
| | неразложившиеся гумифицированные органические вещества | | глины тугопластичной консистенции |
| | маловлажный среднезернистый песок средней плотности | | борта засыпанного оврага |

Рис. 8. Дом № 130 на ул. Чернышевского. Схема расположения здания с наблюдательными марками и инженерно-геологический разрез (ИГР) по оси Б. Цифрами (1–8) обозначены марки с соответствующими номерами. Линиями с поперечной штриховкой обозначены борта засыпанного оврага

Фундаменты основной части рассматриваемого здания с подвалом расположены у бровки засыпанного оврага и опираются на непросадочные суглинки полутвердой-тугопластичной консистенции с прослоями мягкопластичного суглинка (мощность слоя – до 18,5м). Двухэтажная пристройка к дому расположена непосредственно на участке оврага, заполненном насыпными грунтами со значительным включением органики (навоза).

Основными дефектами стен и перегородок здания являются: вертикальные и наклонные трещины осадочного характера в его стенах с шириной раскрытия до 60 мм; перекосы оконных и дверных проемов; нарушение монолитности и расслоение кирпичной кладки; трещины с шириной раскрытия 1–20 мм и разрывы сплошности в кирпичной кладке сводчатого перекрытия; трещины в штукатурке перегородок и деревянных перекрытий с шириной раскрытия до 5 мм.

