

Аствацатурова Карине Аракеловна

ТИПИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ИХ СТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ
И ОБОСНОВАНИЯ СХЕМ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ
(на примере г. Калуга)

Специальность 25.00.08 «Инженерная геология,
мерзлотоведение и грунтоведение»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

МОСКВА, 2009 г.

Работа выполнена в отделе инженерно-геологических изысканий и
геоэкологических исследований открытого акционерного общества
«Технические инженерно-строительные изыскания»
(ОАО «КалугаТИСИЗ»).

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук
профессор Николай Логвинович Шешеня

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук
профессор Виктор Викторович Дмитриев
кандидат технических наук
профессор Игорь Владиславович Дудлер

Ведущая организация: ГП МО «Мособлгеотрест»

Защита диссертации состоится «15» октября 2009 г.
в ___ часов ___ мин. на заседании диссертационного совета
ДМ 212.121.01 при РГГРУ по адресу: 117997, г. Москва, ГСП-7,
ул. Миклухо-Маклая, д. 23.

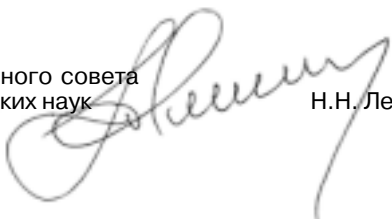
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РГГРУ

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
учреждения, просим направлять по адресу: 117997, г. Москва, ГСП-7,
ул. Миклухо-Маклая, д.23 Российский государственный
геологоразведочный университет, ученому секретарю диссертационного
совета ДМ 212.121.01.

Автореферат разослан «15» сентября 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат геолого-минералогических наук

Н.Н. Ленченко



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Капитальное строительство обеспечивает непрерывный рост основных производственных и непроизводственных фондов, составляющих важную часть национального богатства страны. Возрастающие объемы строительства всех форм собственности предопределяют дальнейшее увеличение инженерных проектно-изыскательских работ. Достаточно отметить, что только в Калуге за 2006г. введено 37,3 тыс.м.² жилья (19,7 %) от общего ввода по области. В 2007г. цифра возросла до 53,1тыс.м.². Строительными организациями области в 2004 – 2006г.г. выполнено работ на сумму свыше 5 млрд. рублей, а объем работ по проектированию и инженерным изысканиям для строительства составил за 2004г. 150 млн. рублей, 2005г – 180 млн. рублей, за 2006г - 250 млн. рублей.

Наблюдения на протяжении длительного времени показывают, что в результате строительства и эксплуатации зданий и сооружений в пределах территории города происходит активизация существующих и образование новых инженерно-геологических процессов, сопровождаемых аварийными разрушениями. Это вызывает постоянное увеличение экономических и социально-экологических ущербов. Для сведения к минимизации указанных ущербов необходима своевременная разработка научно обоснованных градостроительных и архитектурно – планировочных решений, в которых бы учитывались результаты проектных проработок инженерной защиты территории от опасных проявлений инженерно-геологических процессов. Техногенные воздействия зданий и сооружений города на геологическую среду вызывают изменения ее компонентов, проявляющиеся в развитии и активизации таких инженерно-геологических процессов, как подтопление, просадки, овражная эрозия, оползневые и карстово-суффозионные, загрязнение поверхностных и подземных вод и другие.

Основными причинами экономического и социально-экологического ущерба городскому хозяйству от названных процессов являются ведомственная несогласованность, неполнота информационного обеспечения инженерно-геологическими и гидрогеологическими материалами проектов строительства, не смотря на огромные объемы информации по инженерным изысканиям, выполненных ранее. Назрела задача обобщения имеющихся результатов изысканий с целью типизации инженерно-геологических условий городской территории. Наличие типизации позволит рационализировать строительное освоение городских территорий, разработать надежные схемы инженерной защиты от проявлений опасных инженерно-геологических процессов, уменьшить сроки выполнения инженерно-геологических изысканий, повысить экономическую эффективность.

Цель работы. Целью работы является разработка основ инженерно-геологической типизации городских территорий с обоснованием схем инженерной защиты применительно к намечаемому строительному освоению на примере города Калуга.

Основные задачи исследования. Для достижения поставленной цели в процессе выполнения работы решались такие основные задачи:

- анализ отечественного и зарубежного опыта типизации инженерно-геологических условий в целом и по отдельным компонентам природно-техногенной среды (по литературным и фондовым источникам);
- сбор, систематизация и анализ имеющихся территориальных

геологических, гидрологических, гидрогеологических, экологических сведений, результатов инженерных изысканий за последние 40 лет, их оцифровка и составление банка данных на электронных носителях;

- выявление основных региональных факторов геологической среды и закономерностей развития инженерно-геологических процессов, характерных для городских территорий;

- выбор признаков инженерно-геологической типизации городских территорий;

- составление серии промежуточных карт для территории города, необходимых для разработки легенды и построения карты инженерно-геологической типизации;

- выбор мероприятий защиты от опасных (ущербных) проявлений процессов в пределах каждого выделенного инженерно-геологического типа территории города;

- оценка строительного риска освоения территорий каждого инженерно-геологического типа;

- проверка эффективности выбранных мероприятий инженерной защиты.

Научная новизна работы заключается в том, что **впервые**:

- выполнены анализ результатов более чем 40-летних инженерных изысканий в пределах г. Калуга, их оцифровка и составление банка данных на электронных носителях;

- установлены региональные особенности геологической среды, необходимые и достаточные для разработки инженерно-геологической типизации городских территорий применительно к условиям их строительного освоения и инженерной защиты;

- составлены серии промежуточных специализированных карт техногенной нагрузки и распространения опасных инженерно-геологических процессов отдельных микрорайонов города масштаба 1:2000 и карта инженерно-геологической типизации территории города масштаба 1:10000;

- разработаны методические приемы анализа и оценки геологического, экономического и социально-экологического риска строительного освоения территорий различных инженерно-геологических типов;

- выделены и охарактеризованы инженерно-геологические типы территории города с оценкой их строительного освоения и предложены эффективные комплексные мероприятия инженерной защиты территории с целью минимизации риска ущербных проявлений опасных инженерно-геологических процессов.

Защищаемые положения.

На защиту выносятся следующие положения.

1. Для обоснования инженерно-геологических типов территории г.Калуга, обеспечивающих разработку комплексных систем инженерной защиты необходимы и достаточны 5 групп признаков, отражающих геоморфологические, геологические, гидрогеологические, гидрологические условия территории и ее пораженность инженерно-геологическими процессами.

2. Инженерно-геологические условия территории г. Калуга объединяются в 4 инженерно-геологических типа, включающих 26 подтипов (участков), в пределах которых с различной степенью интенсивности и в разных парагенетических комбинациях проявляются опасные инженерно-геологические процессы.

3. Предложенные комплексы мероприятий инженерной защиты от ущербных проявлений опасных инженерно-геологических процессов, отвечающие инженерно-геологическим типам и подтипам г. Калуга, позволяет сократить их негативное влияние на 80-90%.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенная типизация может служить основой для решения следующих задач:

- обоснования генерального плана города Калуга;
- оценки технико-экономической эффективности инвестиционных проектов;
- организация мониторинга инженерно-геологических условий городской территории;
- принятия решений при проектировании оснований или отдельных фундаментов зданий и сооружений;
- принятие своевременных решений о необходимости и периодах обследования зданий и сооружений, в том числе памятников архитектуры;
- разработки программ инженерно-геологических изысканий;
- оценки и страхования недвижимости.

Внедрение. Результаты проведенных исследований использованы в конкретных рекомендациях в отчетных материалах инженерных изысканий (более 100 объектов) для строительства и реконструкции зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения, обследования и восстановления богослужебных и вспомогательных комплексов. Полученные результаты явились обоснованием при разработке «Схемы инженерной защиты города от опасных геологических процессов масштаба 1:10000» и разработок проектной документации для отдельных участков застройки в пределах определенных инженерно-геологических типов территории в последующие годы в масштабе 1:2000. Строительное освоение данных территорий после 2004г выполняется в соответствии с рекомендуемыми мероприятиями инженерной защиты (опережающими или сопутствующими). В процессе проведения мониторинга за изменением геологической среды доказана эффективность их применения.

Личный вклад автора, фактический материал. Настоящая работа основана и выполнена автором на анализе материалов инженерных изысканий в г. Калуга за период с 1946-2008 гг. Соискатель разработала методические основы типизации инженерно-геологических условий городских территорий; выбрала признаки типизации; участвовала в построении детальных инженерно-геологических карт типизации масштабов 1:10000 и 1:2000 для отдельных участков застройки и проектов реконструкции зданий и сооружений, проводила мониторинг геологической среды и объектов строительства с целью подтверждения эффективности предложенных защитных мероприятий.

Апробация работы. Основное содержание диссертации докладывалось на: всесоюзной конференции молодых ученых в ОАО «ПНИИИС» в 2004г; межрегиональной научно-практической конференции «Проблемы и задачи инженерно-строительных изысканий (май 2005г., г.Пермь); международной научной конференции «Проблемы водных ресурсов, геотермии и геоэкологии», посвященной 100-летию со дня рождения академика Г. В. Богомолова (1-3 июня 2005г, Минск); Сергеевских чтениях «Инженерно-экологические изыскания в строительстве: теоретические основы, методика, методы и практика» (Москва, 23-24 марта 2006г); Сергеевских чтениях «Мониторинг геологических,

литотехнических и эколого-геологических систем»» (Москва, 24-25 мая 2007г); VIII международной конференции «Новые идеи в науках о земле» (Москва, 10-13 апреля, 2007г); международном конгрессе: «Вода: технология и оборудование» (Москва, 03-08 июня 2008г).

Публикации. Основное содержание диссертации опубликовано в 13 работах, из них 2 работы в издании рекомендованных ВАК, и изложено в более 100 технических отчетах по инженерным изысканиям для строительных объектов в г.Калуга.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и рекомендаций общим объемом 153 страницы, в том числе 26 рисунков, 20 таблиц. Список литературы насчитывает 181 наименование на 12 страницах.

Диссертация выполнена в отделе инженерно-геологических изысканий и геоэкологических исследований открытого акционерного общества «Технические инженерно-строительные изыскания» (ОАО «КалугаТИСИЗ») под руководством доктора геолого-минералогических наук Шешени Н. Л., которому автор выражает глубокую благодарность. Автор выражает признательность всем сотрудникам ОАО «КалугаТИСИЗ», Администрации города, ГУЧС по Калужской области за внимание, поддержку и ценные советы при подготовке диссертационной работы. За ценные советы в процессе написания работы и ее обсуждения на конференциях в МГУ имени М. В. Ломоносова и в РГГРУ имени С. Орджоникидзе, автор благодарит профессоров, докторов геолого-минералогических наук Трофимова В. Т., Королева Вл. А., Вознесенского Е. А., Пашкина Е. М., Пендина В. В., Дмитриева В.В., Экзарьяна В. Н., кандидатов геолого-минералогических наук Аникеева А.В., Пырченко В.А.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Глава первая. Методологические основы инженерно-геологической типизации городских территорий

В первом разделе главы анализируется понятия и определения, состояние проблемы инженерно-геологической типизации, общая понятийная база эмпирических и теоретических типизаций, сравнительно-геологического анализа (в терминологии И. В. Попова), уточненного количественными показателями в методе подобия (в терминологии Л. Б. Розовского). Теория типизации основана на использовании системного анализа и предполагает: построение идеализированной модели объекта (математической, физической, гидрохимической и т.д.); обобщенное выражение факторов развития объекта и его изменения; фиксацию принципов таксономического описания объектов (например, принципов вероятностного геологического подобия в инженерной геологии (в терминологии Н. Л. Шешени). Общим понятийным вопросам посвящены работы Д. Л. Арманда, Е. С. Сергеева, М. В. Чуринова и др., И. С. Комарова, Г. К. Бондарика, В. Т. Трофимова, С. Б. Ершовой, Г. А. Сулакшиной, Л. В. Бахиревой, В. Ю. Котова, Г. А. Голодковской, М.Б. Куринова, Г. Л. Коффа и Е.Н. Коломенского., Л. А. Рождественской, Н. В. Крепша, Е. М. Пашкина и других. В понимании В. Т. Трофимова, «типизация – это целенаправленная и обоснованная схематизация знаний об инженерно-геологических особенностях данного объекта, сведение многообразия инженерно-геологических обстановок, грунтов и т. д. к определенному числу типов». В настоящее время в инженерной геологии одновременно можно встретить термины: «тип геологической среды» или «тип инженерно-геологических условий», «типизация геологической среды», «инженерно-геологическая

типизация», «типизация инженерно-геологических условий (обстановок)», «инженерно-геологическая типизация территории (местности)», «инженерно-геологическая типизация поверхности земного шара (Земли)». Инженерно-геологическая типизация городских территорий в инженерной геологии еще не получила своего научного и методологического развития и применения. В отличие от инженерно-геологической типизации территорий, общепризнанным фактом можно считать методически достаточно хорошо решенными вопросы типологического районирования территорий. **Автор под типизацией инженерно-геологических условий городских территорий понимает научно обоснованное сведение многообразия инженерно-геологических условий к небольшому числу их с целью пространственно-временного прогноза изменений данных условий и экономически оправданного выбора соответствующего комплекса мероприятий инженерной защиты (подготовки) применительно к намечаемым видам строительного освоения.** Теоретическим обоснованием типизации является сравнительно-геологический анализ. При этом обобщение не означает усложнения. Производится отбор признаков (факторов), влияющих на безаварийную эксплуатацию зданий и сооружений, которые эмпирически устанавливаются для территорий каждого города. Разделение факторов, характеризующих инженерно-геологические условия города и его функциональные виды хозяйственного освоения на главные и второстепенные, можно осуществлять по результатам исследований многофакторных линейных уравнений или различных дисперсионных моделей.

Во втором разделе главы рассматриваются принципы типизации инженерно-геологических условий городских территорий, основные разработки авторов по данной проблеме. Так, например, В. Т. Трофимов при осуществлении типизации инженерно-геологических условий территорий предлагает выполнять следующий ряд последовательных операций: определение границы территории (объекта); изучение объекта; выбор классификационных признаков типизации; оценка меры их неразличимости, т.е. шага деления признаков типизации; размещение признаков типизации по степени их значимости; разделение рассматриваемой территории (объекта) по принятым признакам; построение итоговой схемы типизации инженерно-геологической обстановки территории. Подобный подход имеется в работах С. Б. Ершовой, Г. А. Сулакшиной и ряда других ученых. Общим для них является то, что основой выделения инженерно-геологических типов местности являются инженерно-геологические условия рассматриваемой территории. При этом на ранних стадиях изысканий учитываются региональные геологические (эндогенные по природе) и зональные геологические (экзогенные по природе) факторы. Наиболее важными и существенными признаками (факторами) типизации инженерно-геологических условий городских территорий для безаварийной эксплуатации зданий и сооружений являются те из них, которые характеризуют: сложившиеся на период застройки инженерно-геологические условия; вероятность (риск) изменения указанных условий, то есть характерных для территории вредных проявлений опасных инженерно-геологических процессов, их активизации или новообразования. Отобранные таким образом факторы используются в качестве признаков для прогнозов вероятных изменений инженерно-геологических условий территории каждого инженерно-геологического

типа под воздействием строительства и иной хозяйственной деятельности человека. В связи с изложенным, в пределах территории г. Калуга автор выделяет следующие инженерно-геологические типы: весьма неблагоприятные для строительного освоения (I тип), неблагоприятные для строительного освоения (II тип), потенциально неблагоприятные (III тип) и относительно благоприятные (IV тип) (табл. 1).

Таблица 1

Тип	Количество подтипов (участков)	Площадь тыс. км ²	Плотность застройки %	Пораженность ОИГП	Вероятность проявления ОИГП
I	8	11	25	100	1.0
II	4	2	8	70	0.8
III	13	13	31	30	0.5
IV	1	14	32	0	0

Третий раздел первой главы посвящен анализу современных представлений ученых о моделях оценок геологических, социально-экологических, экономических рисков. В настоящее время не имеется однозначного понимания терминов «опасность», «риск», «уязвимость». Многие исследователи считают эти понятия синонимами, а их показатели оцениваются приближенно, на качественном или экспертном уровне. Количественная оценка риска впервые была предложена в конце 60-х начале 70-х годов прошлого века Х. Бахмэном и А.Е. Шейдеггером. Теоретические и методологические вопросы оценок опасности и риска наиболее полно рассмотрены в работах А. Л. Рагозина в 1993г. Определения термина «риск» и «уязвимость» и управление ими можно также найти в работах Г. А. Моткина, Е. С. Дзекцера, В. А. Пырченко, Коффа Г. Л., Рюмина Е. В., Назарова О. В., Баранникова В. Г., Карагодиной М. В., Куранова Н. П., Аминтаева Г. Ш., Чесноковой И. В., Медведева О. П., Зиангирова Р.С., Быкова А. А., Абасова Н. В., Шеко А. И., Мельчакова А. П., Осипова В. И., Ващалова Т. В., Шныпаркова А. Л., Тихвинского И. О., Харченко С.Г. и других. Риск сочетает в себе вероятность неблагоприятного события и объем этого события (потери, ущербы, убытки). Он отражает меру опасности ситуаций, в которых имеются потенциальные факторы, способные неблагоприятно воздействовать на природу, человека, общество. Риск вне объектов и вне человека не существует. Общая методология, методические приемы анализа и оценки риска применительно к исследуемой территории в настоящее время находятся в стадии разработки.

Глава вторая. Особенности инженерно-геологических и инженерно-экологических условий территории г. Калуга

В первом разделе главы характеризуются климатические особенности, во втором - гидрологические, в третьем - геоморфологические, в четвертом - литолого-стратиграфические, в пятом – гидрогеологические и в шестом – особенности формирования, распространения и активизации инженерно-геологических процессов.

Климатические особенности города обусловлены воздействием воздушных масс Атлантики, Арктического бассейна и Европы. Наибольший ущерб хозяйственной деятельности в пределах территории города из

климатических условий приносят ливневые дожди, засуха, градобитие, заморозки, весеннее половодье. Они вызывают осложнение в деятельности отраслей экономики, транспорта, сельского хозяйства и причиняют значительный материальный ущерб.

Гидрологические особенности города определяются режимом уровня воды в системе рек Ока – Яченка – Киевка – Терепец – Калужка. Этот режим характеризуется четко выраженным высоким весенним половодьем, низкой летней меженью, прерываемой дождевыми паводками и устойчивой продолжительной зимней меженью. Годовая амплитуда уровня р. Ока у города изменяется от 5,03м до 17,64м. Повторяемость половодья в среднем равна 1 раз в 3 года. Зоны затоплений достигают площади 0,26км².

Геоморфологические условия рассматриваемой территории характеризуются следующими основными элементами рельефа: плиоцен-нижнечетвертичными водораздельными равнинами с абс. отм. их поверхности 190,0-214,4м; моренными нижнечетвертичными равнинами перекшинского и среднечетвертичными московского оледенений; водно-ледниковыми нижнечетвертичными и среднечетвертичными равнинами времени отступления, соответственно, перекшинского и московского оледенений, а также среднечетвертичными озерно-ледниковыми равнинами. Отметки их поверхностей изменяются в пределах 170-190м; эрозионными и эрозионно-аккумулятивными речными склонами шести этапов врезания речной (и овражной) сети в четвертичный период. Начиная с отм. 170 – 195м и до современного уреза р. Ока (порядка 115,6м), отличительной особенностью речных склонов является значительная высота (до 40м) и крутизна (30-45°) их отдельных участков, включая притоки рек. Склоны рек имеют выпуклые, ступенчато-выпуклые, ступенчато-вогнуто-выпуклые (вогнутость вверх, выпуклость вниз), ступенчато-выпукло-вогнутые (вогнутость вниз) профили, опирающиеся на поверхности I и II надпойменных террас или на широкие, часто заболоченные, поймы. Отмеченные виды профилей эрозионных форм свидетельствуют о том, что их склоны находятся или в состоянии динамического равновесия (при высоте ≤ 7 м и крутизне $\leq 8^\circ$), или в неустойчивом состоянии (при высоте > 7 м и крутизне $> 8^\circ$). (рис. 1).



**Л и т о л о г о -
стратиграфические
особенности** территории определяются сложно построенной толщей четвертичных отложений, находящихся в сфере хозяйственной деятельности человека. Среди них обособляются следующие геолого-генетические комплексы четвертичных отложений и грунтов формаций: аллювиальные, часто перекрытые с поверхности

Рисунок 1

техногенными образованиями; водно-ледниковые и моренные ниже-, среднечетвертичные; среднечетвертичные озерно-ледниковые; нижнекаменноугольные формации (рис. 2,3).

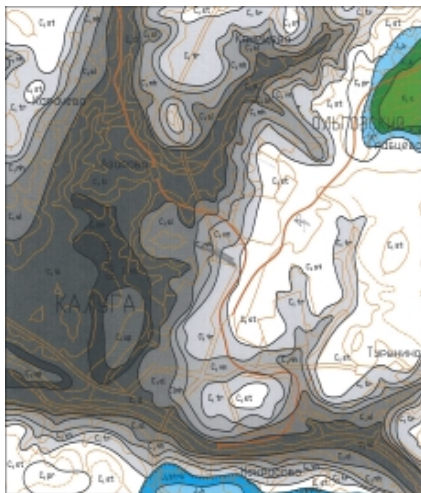


Рисунок 2



Рисунок 3

Гидрогеологические особенности определяются наличием в активной зоне строительного и иного хозяйственного освоения территории г. Калуга (до глубины 20м) двух горизонтов подземных вод. Они характеризуются пространственно-временной неоднородностью и изменчивостью содержания в них сульфатных, хлоридных и железистых соединений. Эта особенность требует устройства, при необходимости, дренажных сооружений, работающих по типу обратного фильтра. Установленные в процессе инженерных изысканий на многих объектах пределы колебания в воде железистых соединений равны 36-21000мг/л, сульфатных и карбонатных – от долей до нескольких сотен мг/л; отмечено превышение ПДК по марганцу и железу в 50 и 40 раз соответственно, по кадмию - в 5 раз, по сере – в 75 раз, по биогенному элементу фосфора – в 7 раз. Грунтовые воды являются слабо агрессивными к бетонам нормальной плотности и агрессивными к железобетонным конструкциям строительных объектов. Для города характерно формирование загрязненных подземных вод с $pH=5,0-7,8$, минерализацией 0,2-20 г/л, относящихся к следующим химическим типам: $HCO_3 - Ca(Mg)$; $HCO_3 - SO_4 - Ca(Mg)$; $SO_4 - HCO_3 - Ca(Mg)$; $SO_4 - HCO_3 - Ca - Na$; $SO_4 - Ca$; $SO_4 - Ca - Na$; $SO_4 - Cl - Ca$; $SO_4 - Cl - Na$; $Cl - SO_4 - Ca$; $SO_4 - Na$; $Cl - Na$.

Непродуманная строительная деятельность без должной инженерной подготовки осваиваемой территории вызвала интенсивное подтопление. Здесь обособляются техногенно подтопленные (и/или заболоченные) участки, когда установленная (или прогнозная) глубина залегания подземных вод имеет пределы колебания от 0,0 до 3,0м; потенциально подтопляемые - с глубиной залегания подземных вод более 3,0м; не подтопляемые - к ним отнесены участки с отсутствием в пределах активной зоны строительной деятельности (до 20м.) выдержанных высокодисперсных глин мощностью $\geq 1,0$ м. Глубина залегания подземных вод на данных участках более 3,0м. (рис. 4,5)



Рисунок 4

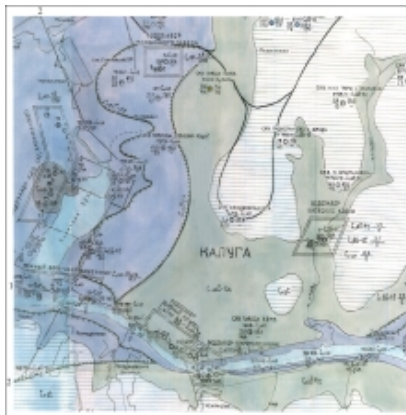


Рисунок 5

Состав и свойства грунтов. Следует отметить, что песчано-супесчаные разности грунтов всех четвертичных геолого-генетических комплексов, начиная с градиента потока грунтовых вод $\geq 0,01$ и скорости потока $\geq 1,0$ м/сутки, характеризуются суффозионной неустойчивостью с развитием процесса выноса мелких и пылеватых частиц на участках разгрузки грунтовых вод в эрозионные формы рельефа (или в строительные выемки, на участках водозаборов). Такие градиенты на склонах возникают в периоды водообильных дождей или сбросов техногенных поверхностных вод, аварийных утечек воды из водонесущих коммуникаций и т.п. Следствием этого процесса в данных грунтах в ряде случаев имеет место формирование зон разуплотнения и, как результат, дополнительные осадки грунтов в основаниях зданий. В пределах техногенно подтопленных участков процессы суффозии затухают, резко активизируясь при техногенном повышении скорости потока при $\geq 1,0$ м/сутки. Моренные суглинки в условиях техногенного обводнения и изменения влажностного режима способны к снижению своих несущих свойств более чем в 2 раза, приобретая значения (прогнозные величины): суглинки – $E_{df} = 7$ МПа, $C = 0,006$ МПа, $\varphi = 12$; супеси и пески в данных условиях из устойчивого твердого состояния способны перейти в неустойчивое текучее с выпором их из под фундаментов строительных объектов. В моренных суглинках при взаимодействии с поверхностными водами и повышении их естественной влажности на 10-20% формируются зоны низких значений показателей сдвига (угол внутреннего трения - $\varphi = 8^\circ$, сцепление - $C = 0,006$ МПа), которые являются наиболее вероятными поверхностями смещения пакетов и слоев (оползни блокового типа) грунтов; супеси твердой консистенции при дополнительном увеличении их естественной влажности всего на 4-6% приобретают текучую консистенцию, способны вытекать из под фундаментов зданий, со склонов и откосов с образованием оползней вязко-пластического течения при углах внутреннего трения $\varphi = 4-6^\circ$, сцеплении - $C = 0,002$ МПа. Нижне-каменноугольные глинистые разности грунтов, развитых вне зон техногенного подтопления, в условиях дополнительного обводнения способны к развитию деформаций незатухающей ползучести с давлениями набухания до 0,16 МПа и формированием оползней выдавливания в откосах строительных выемок крутизной $\geq 6^\circ$ при показателях сдвига: $\varphi = 6$, $C = 0,001$ МПа; сыпучие, слюдистые разноразмерные пески являются

суффозионно-неустойчивыми, легко размываются поверхностными водами с образованием на склонах, откосах строительных выемок, бортах оврагов высотой ≥ 7 м и крутизной $\geq 14^\circ$ оползней течения.

Пределы изменений показателей основных свойств указанных грунтов представлены в таблице 2.

Инженерно-геологические процессы. Процессы линейной эрозии имеют довольно широкое распространение. Их интенсивность значительно возрастает на участках прорывов приповерхностных водонесущих коммуникаций и залпового сброса аварийных вод на склоны и борта оврагов. При этом скорость развития новых промоин в песчано-супесчаных грунтах, в равной мере, как и скорость отступления бровки оврагов, на вновь застраиваемых участках может достигать 8,0 м/год. Характерным для овражной сети, сформированной к руслу левобережных притоков р. Ока, является преобладание левосторонней асимметрии с более крутыми левобережными склонами (до 55°) и с выпуклым в плане профилем. Некоторые из них полностью прорезают эрозионные склоны реки, внедряясь в равнину на 600 м и более. При этом они имеют довольно крутые борта, ширину (по верху) около 40 м, глубину $\geq 6,0$ м. Верховья оврагов часто заболочены, расширены до 70-80 м при глубине около 1,0-1,5 м. Это обстоятельство проявилось в практически повсеместном развитии здесь оползней, хотя они имеют место и на правобережных бортах оврагов.

Суффозионные и карстово-суффозионные процессы вызывают суффозионное разуплотнение песчаных и супесчаных разностей грунтов водно-ледникового, терригенно-карбонатного, аллювиального и пролювиального комплексов.

Оползневые смещения грунтов отмечены и прогнозируются с эрозионных склонов долины р. Ока и ее левобережных притоков (реки Яченка, Терепец, Калужка, Киевка) и бортов крупных оврагов. Они формируются в ниже-, среднечетвертичных водно-ледниковых, озерно-ледниковых песчано-супесчано-глинистых, в нижнекаменноугольных песчано-глинистых и элювиальных отложениях. Деформации незатухающей ползучести развиваются на участках техногенного изменения установившегося природного плотностного - влажностного режима нижнекаменноугольных глин терригенно-карбонатной формации, реже глин озерно-ледникового комплекса. Их усредненные и наиболее типичные параметры составляют: глубина захвата грунтов в смещении - 4,5 ÷ 7,5 м, ширина по склону - 110 ÷ 250 м., площадь - 7700 ÷ 5800 м², объем единовременных смещений - 46200 ÷ 375000 м³. По механизму смещения среди смещенных и оползнеопасных массивов преобладают оползни вязкопластического течения и блокового типа; незначительная их часть - это оползни сплывы или течения с глубиной захвата грунтов в пределах зоны сезонного промерзания - протаивания грунтов и объемами единовременных смещений от нескольких сотен куб. м. до первых тысяч куб. м. Следует отметить, что эрозионные склоны левобережных притоков р. Ока практически повсеместно являются оползнеопасными, имея коэффициент оползневой пораженности около 70%.

Особую опасность для безаварийной эксплуатации существующих и проектируемых зданий и инженерных сооружений представляют участки совмещенного проявления нескольких опасных процессов (из выше перечисленных), входящих в единые парагенетические ряды (рис. 6).

Так, например, с оползнями связаны формирование и активизация следующего ряда парагенетически обусловленных процессов: оползни → речные запруды → наводнения, прорывы запрудных озер, водохранилищ с образованием волн перелива → плоскостная и донная эрозия →

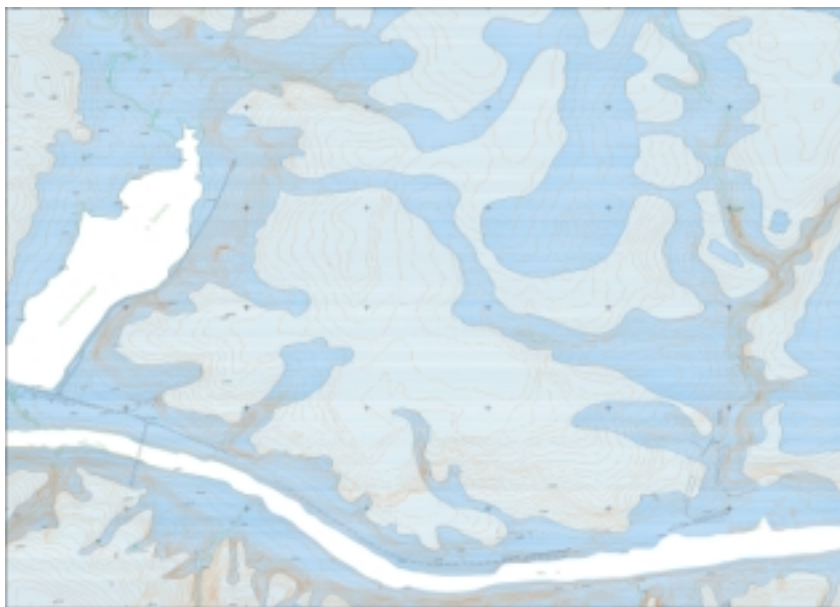
Таблица 2

Сводная ведомость основных показателей физико-механических и фильтрационных свойств грунтов в пределах г.Калуга

Геологический индекс	Грунты геолого-генетических комплексов	Естественная влажность, %, W_e	Плотность грунта, ρ - т/м ³	Коэффициент пористости, e	Угол внутреннего трения, °	Сцепление, C , кПа	Модуль деформации, E , МПа	Коэффициент фильтрации, K_f м/сутки	Прочность на сжатие, $R_{сж}$, МПа
$a_{IV}^1, a_{IV}^2, a_{III}^1, a_{III}^2$	Аллювиальный: пески* - супеси - суглинки -	0,04 - 0,20 0,10 - 0,22 0,10 - 0,32	1,70 - 1,98 1,74 - 2,00 1,82 - 2,02	0,27 - 0,75 0,45 - 0,85 0,45 - 0,95	26 - 37 22 - 28 18 - 22	0-1 6-8 6-12	9,00 - 16,0 до 7 2,0 - 16,0	0,1 - 5,0 0,05 - 2,0 0, 01	
$p_{III}^1, p_{IV}^1, p_{IV}^2$	Пролувияльный: пески* - супеси - суглинки - глины -	0,10 - 0,18 0,11 - 0,22 0,16 - 0,30 0,18 - 0,36	1,72 - 2,10 1,81 - 2,10 1,86 - 2,12 1,80 - 2,10	0,45 - 0,76 0,45 - 0,85 0,65 - 1,05 0,65 - 1,08	18 - 29 12 - 28 12 - 19 7 - 15	0-2 4-9 6-15 21-38	6,0 - 11,0 7,0 - 32,0 5 - 17 7 - 21	0,1 - 4,0 0,09 - 0,9 0,06 - 0,4 0,0001	
$g\ I\ st-prk, g\ II\ ms$	Нижне- и среднечетвертичные водно-ледниковые пески* - супеси - суглинки - глины -	0,04 - 0,23 0,11 - 0,22 0,13 - 0,34 0,14 - 0,49	1,66 - 2,18 1,57 - 2,02 1,86 - 2,15 1,57 - 2,13	0,40 - 0,70 0,56 - 0,98 0,44 - 0,85 0,26 - 1,31	22 - 44 12 - 22 5 - 18 6 - 19	0 - 1 2 - 8 12 - 19 19 - 48	8,0 - 40,0 3,0 - 16,0 5,0 - 19,0 7,0 - 32,0	0,14 - 30,0 0,06 - 3,5 0,02 - 0,6 0,0001	
$lg\ II\ ms^s$	Среднечетвертичный озерно-ледниковый пески* - супеси - суглинки - глины -	0,04 - 0,23 0,11 - 0,17 0,13 - 0,34 0,14 - 0,69	1,72 - 2,06 1,57 - 2,02 1,86 - 2,15 1,57 - 2,13	0,55 - 0,70 0,56 - 0,98 0,44 - 0,94 0,26 - 1,31	22 - 42 12 - 22 5 - 12 8 - 16	1 - 4 3 - 9 15 - 21 23 - 47	15 - 40,0 5,0 - 16,0 9,0 - 29,0 17,0 - 35,0	0,14 - 8,6 0,06 - 3,5 0,16 0,0001	
$g\ I\ prk, g\ II\ ms$	Нижне-, среднечетвертичный ледниковый (морена) пески* - супеси - суглинки - глины -	0,10 - 0,26 0,16 - 0,22 0,12 - 0,24 0,16 - 0,28	1,65 - 2,03 1,56 - 2,06 1,85 - 2,20 1,90 - 2,07	0,55 - 0,75 0,45 - 0,80 0,40 - 0,75 0,56 - 0,95	26 - 35 21 - 24 5 - 24 8 - 22	0-3 6-13 12 - 23 31 - 66	3 - 5 12 - 16 7 - 16 15 - 42	3 - 5 0,018 - 0,29 0,02 - 0,65 0,0001	
C_1	Терригенно-карбонатный нижнекаменноугольный пески* - супеси - элювий известняков (eC_1)-заполнитель известняки -	0,18 - 0,24 0,16 - 0,61 0,16 - 0,21 0,17 - 0,84	1,43 - 2,04 1,50 - 2,09 1,79 - 2,50 2,29 - 2,52	0,60 - 0,92 0,50 - 1,95 0,52 - 0,99 0,40 - 0,903	24 - 43 4 - 25 7 - 38 -	0 - 3 0,0007 - 0,1 0,007 - 0,002 -	11 - 30 6 - 18 6 - 26	0,14 - 4,92	40,6 - 85,5

Примечание: * - пески от пылеватых до гравелистых

перераспределение поверхностного стока → заболачивание территории (со стороны языковых частей оползня) → образование западин и бугристого рельефа → понижение уровня грунтовых вод и уменьшение их запасов (в головных частях оползня) → увеличение зон аэрации и промерзания грунтов → усиление морозного пучения → плывуность грунтов → развитие процессов суффозии, карста → разуплотнение рыхлых дисперсных грунтов, трещины усыхания.



Зона возможного периодического (преимущественно техногенного) подтопления на локальных участках

Зона подтопленных (техногенно-подтопленных) и/или заболоченных территорий

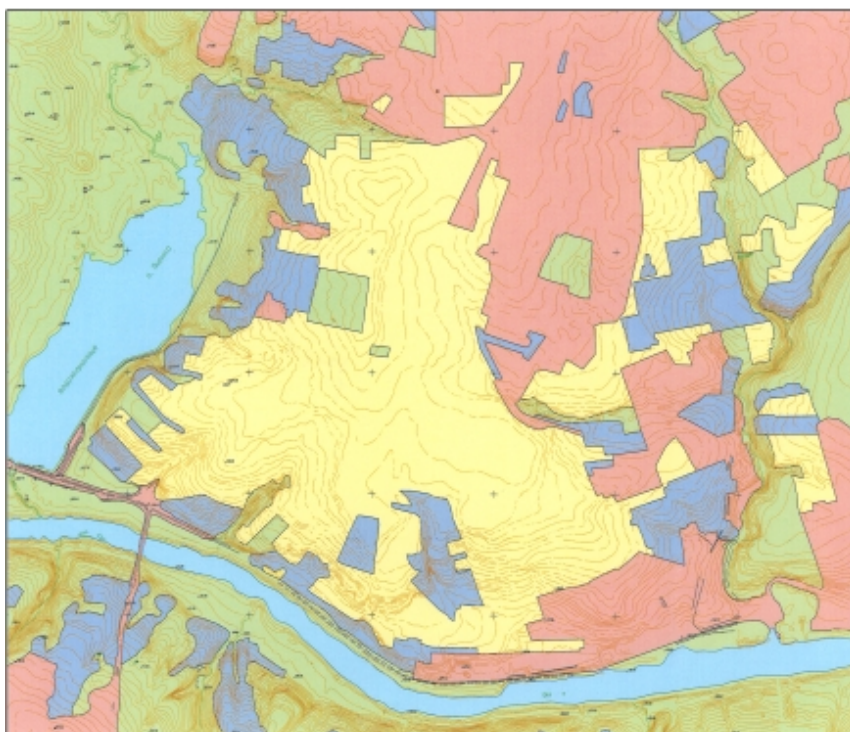
Рисунок 6

Глава третья. Типизация инженерно-геологических условий территории г. Калуга для целей строительного освоения и обоснования схем инженерной защиты от проявлений опасных процессов

В первом разделе третьей главы рассматривается техногенная нагрузка на геологическую среду территории города. Отмечено, что в городе имеется высокоразвитая промышленная индустрия - предприятия ВПК, машиностроительные, приборостроительные, химические и т.д. (рис. 7).

Всего на территории города находится более 10 тыс. предприятий и организаций. Промышленность является одним из главных источников загрязнения геологической среды через атмосферные выбросы и сбросы условно очищенных вод в речную сеть.

Во втором разделе главы рассматривается изменение рельефа и гидрологического режима территории города, отмечено, что в условиях строительного освоения городских территорий засыпались овраги, особенно в центральной части города, что вызвало значительное



- Промышленная зона.
Техногенная нагрузка - высокая.
- Гражданское строительство - многоэтажная застройка.
Техногенная нагрузка - высокая.
- Малоэтажная застройка.
Техногенная нагрузка - средняя.
- Зона свободная от застройки.
Техногенная нагрузка - слабая.

Рисунок 7

уменьшение эрозионной расчлененности застраиваемых участков. Например, по состоянию на 1982г густота овражной сети центральной части города была равной $0,5 \text{ км/км}^2$, а по состоянию на конец 2006г она уменьшилась до $0,07 \text{ км/км}^2$. Вплоть до 1999г. велась стихийная бессистемная засыпка овражной сети в черте города без проведения необходимых мероприятий по регулированию поверхностного и подземного стока. Отсутствие указанных мероприятий стало причиной превращения этих участков из не подтопляемых (по природным условиям) или потенциально подтопляемых (15%) в техногенно подтопленные с пораженностью этим процессом до 70% от общей площади данных территорий. Строительные объекты города, в том числе памятники истории архитектуры и объекты богослужения, расположенные на потенциально подтопленных территориях, подлежат приоритетному обследованию и мониторингу с целью своевременного осуществления защитных мероприятий от проявления опасных инженерно-геологических

процессов.

В третьем разделе главы рассматриваются изменения гидрогеологического режима территории города, основные причины резкого увеличения техногенно подтопленных участков из 15% до 70% (рис. 8).



Рисунок 8

По состоянию на 1946г территория города была практически не подтопленной. Отмечались только небольшие участки распространения грунтовых вод типа «верховодка» с глубиной залегания их уровня до 3,0м. На топоосновах даже 1982г можно еще наблюдать много нисходящих и восходящих родников и мочажин. В результате хозяйственной деятельности многие водопроявления в виде родников и мочажин были засыпаны без предварительного каптажа указанных источников, дренируемых данными элементами рельефа грунтовых

вод и отвода их за пределы склонов, бортов оврагов. На этих участках вместо зон естественного отвода подземного и поверхностного стока искусственно создавались условия для подпора подземных вод и формирования грунтовых вод типа «верховодка», или для локального заболачивания территории. Отсутствие закрытой дождевой сети ухудшает прочность дорожных покрытий, вызывает подтопление подвалов, инженерных сетей и загрязнение чистых водоносных горизонтов при инфильтрации загрязненных поверхностных вод в массивы грунтов. Предприятиями города наносится значительный экологический ущерб водным системам. Водотоки города характеризуются как умеренно-загрязненные и загрязненные (III-IV классы воды).

В четвертом разделе автор выдвигает тезис о том, что типизацию инженерно-геологических условий городских территорий, осуществляемую применительно к задачам прогноза их вероятных изменений, при дополнительных техногенных нагрузках от зданий и сооружений, включающие обоснование мероприятий инженерной защиты, надлежит выполнять на регионально-геологической основе, с учетом техногенного влияния города на изменение геологической среды. Это означает, что регион, который характеризуется строго определенным формационным набором отложений, сформировавшихся в одинаковых тектонических условиях и измененных при одинаковом режиме и направленности новейших и современных тектонических движений, а также при сходных климатических условиях и существующем функциональном профиле застройки, будет иметь вполне определенный набор инженерно-геологических типов городских территорий.

Следовательно, в один инженерно-геологический тип автор предлагает объединять территории (участки), которые:

- сложены одним набором литолого-генетических или петрографических типов грунтов близкой степени литифицированности, гипергенно измененных процессами выветривания, разгрузки и воздействием техногенных факторов;
- находятся в пределах современных одинаковых тектонических структур и геоморфологических элементов рельефа с учетом их техногенного изменения (например, засыпанные древние эрозионные формы);
- имеют близкую обводненность пород, условия питания и дренирования грунтовых и подземных вод, их техногенного загрязнения;
- поражены определенным набором опасных инженерно-геологических процессов, характеризующихся подобными условиями формирования, развития и активизации,
- имеют близкие величины риска освоения и эксплуатации территории при выборе мероприятий инженерной защиты от опасных инженерно-геологических процессов.

Для получения перечисленной информации целесообразно ведение системы мониторинга за инженерно-геологическими условиями осваиваемых территорий и принятия своевременных управленческих решений. Территории любого участка типизации обособлены с учетом строго определенного вида хозяйственного освоения и мероприятий защиты. Она зависит от величин различных видов риска проявления процессов, размера экономических, социальных, моральных, экологических ущербов и задач дальнейшего хозяйственного их освоения.

Для каждого типа последовательно изучаются соответствующие парагенетические пары:

а) техногенные нагрузки – реакция компонентов геологической среды (активизация или новообразование геологических процессов – подтопления, карстово-суффозионных, оползневых, эрозионных, незатухающей ползучести глинистых грунтов и т.п.);

б) воздействие компонентов геологической среды – реакция техногенных объектов (подтопление - затопление фундаментов, снижение несущей способности грунтов оснований, деформации фундаментов, аварийные разрушения зданий и т.п.);

в) эффективность воздействия мероприятий инженерной защиты (инженерной подготовки) – надежность строительных объектов.

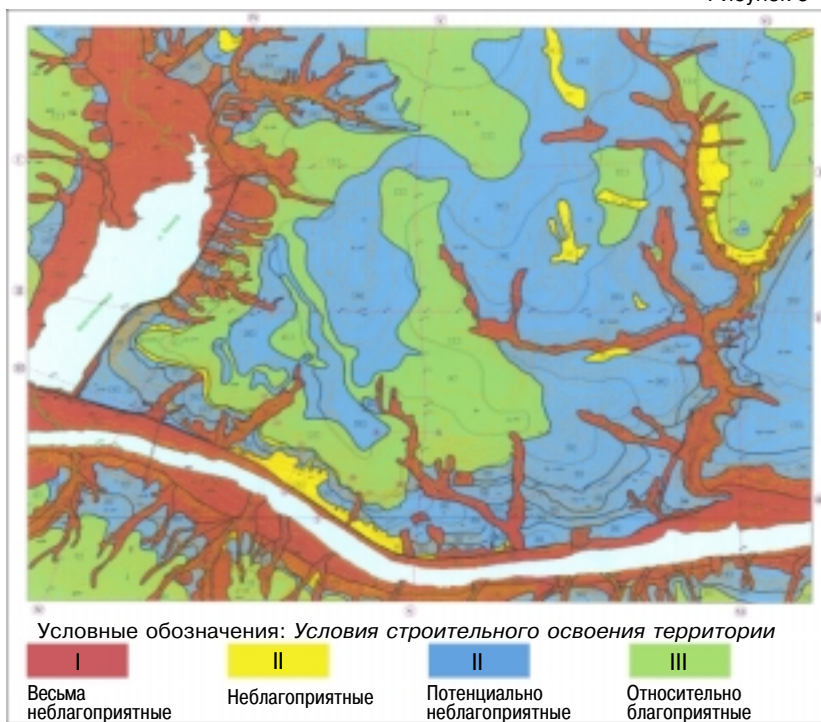
Глава четвертая. Характеристика инженерно-геологических типов территории г. Калуга, с учетом ее строительного освоения

В первом разделе главы приводится описание 8 участков с весьма неблагоприятными условиями строительного освоения территорий I типа как весьма неблагоприятного. К ним отнесены территории совместного вероятного проявления двух и более опасных инженерно-геологических процессов. Это участки в пределах долины рек Ока (от современного уреза до отм. ~ 140м), Яченка и Киевка (до отм. ~ 160м), а также участки крупных оврагов и балок к руслу и пойме рек и висячие овраги на эрозионных склонах. Территории всех участков техногенно подтоплены и частично заболочены с развитием или формированием оползневых, суффозионных и карстово-суффозионных процессов, линейной эрозии, деформаций незатухающей ползучести высокодисперсных глин, неравномерных просадок грунтов. Плотность застройки территории первого типа составляет 25,12% от общей площади данного города (10 500 000м²). Ее пораженность опасными природно-техногенными процессами достигает 100% при вероятности их проявления, равно R= 1. Любое строительное освоение этих участков потребует разработки проектов комплексных

систем инженерной защиты зданий и сооружений от опасных (аварийных) проявлений одного или нескольких (из перечисленных) процессов и опережающего строительства сооружений защиты с последующим ведением систем мониторинга за состоянием процессов, зданий и работой сооружений инженерной защиты. Для каждого участка в главе, в равной мере, как и для всех остальных, приведены количественные характеристики каждого из признаков типизации, площади каждого участка, плотности его застройки и техногенных нагрузок, геологические и социально-экологические риски нового строительного освоения, уязвимости несущих конструкций зданий от проявления опасных процессов.

При строительном освоении рассматриваемых участков следует предусмотреть инженерную подготовку, опережающую строительство, для защиты от: а) подтопления и затопления подземных частей зданий, б) активизации процессов суффозии, в) оползней вязкопластических и течения. (рис. 9).

Рисунок 9



Во втором разделе главы дана детальная характеристика четырех участков II типа, как неблагоприятного для строительного освоения. Это участки проявления одного из опасных инженерно-геологических процессов: интенсивной линейной эрозии, техногенного подтопления, суффозионного разуплотнения песчано-супесчаных разностей грунтов «активной зоны», развитие деформаций незатухающей ползучести глин, оползневых смещений грунтов со склонов. На долю данных участков

приходятся незначительные по площади территории. Они оконтуривают весьма неблагоприятные участки (I-1÷I-8). Освоение территорий с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями требует организации опережающих или сопутствующих строительному освоению систем инженерной защиты, которые по составу аналогичны с вышеописанными, и проведения мониторинга за изменениями сложившихся за период освоения природно-техногенных условий, состояния систем инженерной защиты и построенных строительных объектов. На долю участков с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями приходится около 5% от общей площади территории города (2100 000м²). Плотность их застройки составляет 8%. Это преимущественно малоэтажные постройки и дома частного сектора. Пораженность опасными инженерно-геологическими процессами достигает здесь 70% их общей территории данного типа. Вероятность проявления одного из названных опасных инженерно-геологических процессов равен $R = 0,8$.

Третий раздел главы характеризует территории вероятного проявления одного из следующих процессов: линейной эрозии; оползневых смещений грунтов; суффозионного разуплотнения песчано-супесчаных грунтов с проявлениями неравномерных деформаций грунтов и строительных объектов в них; техногенного подтопления и/или заболачивания; карстово-суффозионных процессов (III тип -потенциально неблагоприятный). К потенциально неблагоприятным инженерно-геологическим типам отнесены территории в пределах водно-ледниковой равнины и ее склонов, осложненных овражно-балочной сетью. На долю участков этого типа приходится 13,18 км², что составляет 31,38% от общей площади изучаемой части г. Калуга. Плотность застройки данной территории составляет около 30,5%, а пораженность опасными природно-техногенными процессами - 30%. Техногенная нагрузка высокая - это современные жилые и производственные здания 4-9 этажные с инженерными коммуникациями различного назначения. Плотность основных фондов здесь составляет около 24,35млр.руб./км²; коэффициент концентрации населения - $K_n^* - 190$, плотность населения $P_n - 2624,7$ чел./км², коэффициент освоенности $K_o^* - 0,77$. Их строительное освоение потребует организации предупредительных мероприятий инженерной защиты с тем, что бы не вызвать активизацию существующих, вышеназванных, процессов и новообразования опасных техногенных процессов. При отсутствии указанной защиты вероятность проявления одного из процессов составит в среднем $R = 0,5$. В пределах данного типа в работе дана детальная характеристика 14 участков, отнесенных к этому типу инженерно-геологических условий. В пределах данного типа находятся практически все основные промышленные предприятия г.Калуги, представляющие социально-экологическую опасность для окружающей среды ($R = 0,4 - 0,8$), а так же густая сеть инженерных коммуникаций различного назначения для жизнеобеспечения города.

Вся вышеотмеченная техногенная нагрузка, с учетом изношенности зданий, сооружений и инженерных коммуникаций оказывает существенное отрицательное влияние на окружающую среду и, в частности, на инженерно-геологические условия нового строительного освоения. Степень износа существующих основных производственных фондов потенциально опасных объектов колеблется от 40 до 75 %.

Четвертый раздел главы характеризует территории, где в сложившихся природно-техногенных условиях опасные инженерно-геологические процессы отсутствуют (IV тип - относительно благоприятный для

строительства). На долю площадей четвертого инженерно-геологического типа приходится 33,3% рассматриваемой площади города, или 14,0 км². Участки в пределах данного типа нами не выделялись из-за идентичности инженерно-геологических условий, возможности их строительного освоения без необходимых предупредительных мероприятий инженерной защиты от возможных проявлений опасных процессов. Их техногенная нагрузка и насыщенность коммуникациями различного назначения высокие. Это, в основном, современные жилые и производственные здания 4-9 этажные. На территории данного типа (IV) находится ряд промышленных предприятий города. Плотность застройки территории достигает 32,2 %. Они не требуют организации специальных систем инженерной защиты. Однако строительство новых объектов должно осуществляться с организацией опережающей инженерной подготовки застраиваемых участков с целью недопущения новообразования опасных инженерно-геологических процессов.

В таблице 3 представлен комплекс мероприятий инженерной защиты при проявлении наиболее распространенных инженерно-геологических процессов на территории г. Калуга.

Для оценки эффективности выполнения предлагаемых систем инженерной защиты для каждого инженерно-геологического типа и участка выполнен статистический анализ результатов обследования более 100 эксплуатируемых от 2 до 20 лет зданий и сооружений. Примеры комплексной оценки обоснованности инженерно-геологической типизации и эффективности рекомендованных мероприятий инженерной защиты представлены на рисунках 10, 11. Характеристика типов представлена в таб. № 1.

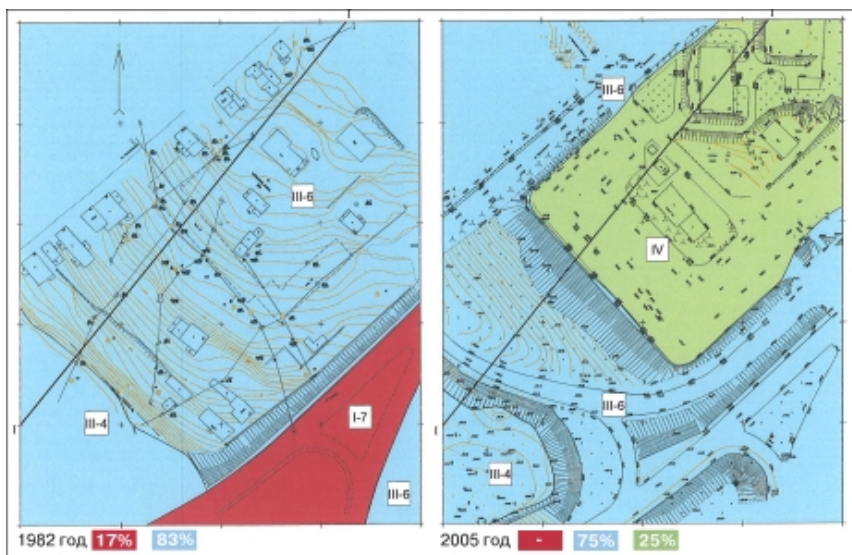


Рисунок 10

Таблица 3

Рекомендуемый комплекс мероприятий инженерной защиты от опасных инженерно-геологических процессов, наиболее распространенных на территории г. Калуга			
ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ		ПРОЦЕССЫ ПОДТОПЛЕНИЯ И ЗАБОЛАЧИВАНИЯ	ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
Блоковые оползни незатахующей ползучести-выдавливания	Оползни вязкопластического течения с захватом супесчано-суглинистых грунтов		
Вертикальная планировка рельефа - террасирование склонов с формированием их генеральной крутизны не более 8°	Вертикальная планировка рельефа с уничтожением в рельефе замкнутых понижений - ловушек поверхностных вод, с созданием прямолинейно-вогнутого профиля и генерального угла $\beta=5^\circ$	Ориентировка подземных частей зданий и сооружений по направлению потока подземных вод, исключая создания "барражирующего эффекта"	Устройство в вершинах оврагов дренажной подушки для перевода поверхностного стока (с прилегающей водосборной площади) в водоотводные сооружения
Полукольцевой дренаж со стороны напорной грани для перехвата поверхностного и подземного стока вод	Посадка на поверхности спланированного склона влаголюбивой растительности	Устройство водонесущих коммуникаций в бетонных лотках с повышенной гидроизоляцией и с улавливающими колодцами для сброса вод аварийных прорывов	Устройство по тальвегам оврагов лотков быстротоков, каменных перепадов, наклонно-трубчатых, шахтных, консольно-висячих водоспусков и водосбросов донных запруд из камня и бетона
Каптирование всех водопроявлений на склонах и откосах строительных выемок, бортах оврагов и ложбин с целью исключения обводнения глин до достижения ими влажности набухания. При достижении глинами этой влажности в пассивной призме зоны смещения устраиваются удерживающие сооружения - контрбанкеты или напряженные сваи	Устройство верховой нагорной канавы в верхней части спланированных склонов для перехвата поверхностного стока и грунтовых вод типа "верховодка"	Организация системы дамбовой защиты от затопления пойм рек, состоящая из самой ограждающей дамбы, придамбового дренажа - горизонтального, трубчатого, укладываемого в основание дамбы	КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ
Недопущение любых понижений в рельефе типа замкнутых форм - ловушек поверхностных вод, навалов бытового мусора и грунтов различных строительных выемок	Недопущение любых понижений в рельефе типа замкнутых форм - ловушек поверхностных вод, навалов бытового мусора и грунтов различных строительных выемок	Устройство системы дождевой канализации и регулирование водоподачи на орошение огородов садовых участков	
Недопущение локальных концентрированных сбросов бытовых и поверхностных вод на спланированные склоны	Недопущение локальных концентрированных сбросов бытовых и поверхностных вод на спланированные склоны	Уплотнение пазух котлованов, гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений	
Тоннельная прокладка инженерных сетей и обеспечения отвода воды, проникающей в них	Тоннельная прокладка инженерных сетей и обеспечения отвода воды, проникающей в них	Устройство в основании подтопленных склонов лучевого дренажа с иглофильтрами	
Исключение подрезок склонов внизу и новых пригрузок сверху			Уплотнение пазух котлованов, гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений, тоннельные прокладки инженерных сетей и обеспечение отвода воды, проникающей в них

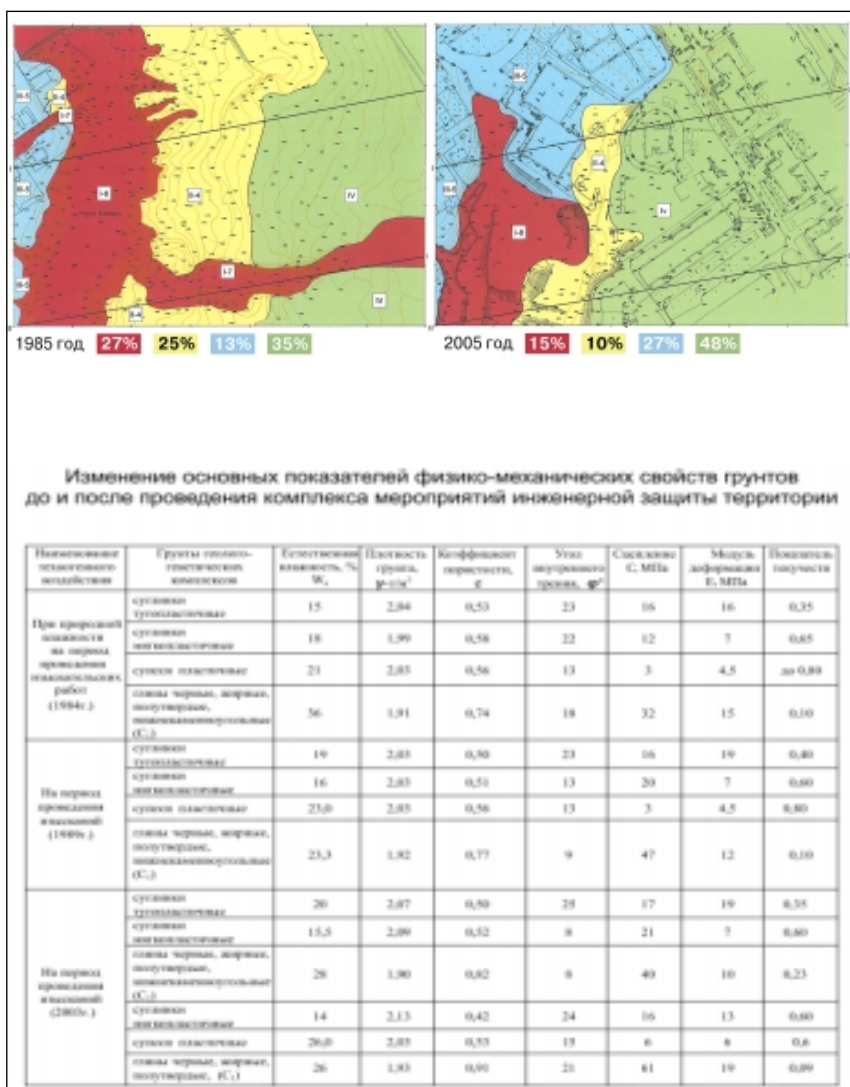


Рисунок 11

Результаты анализа и оценка эффективности применения предложенного автором комплекса мероприятий инженерной защиты на территории выделенных инженерно-геологических типов и участков территории г. Калуга представлены в таблице 4.

Таблица 4

Оценка эффективности применения мероприятий инженерной защиты
при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений

№ п/п	Наименование объектов	Наименование природно-техногенных процессов	Мероприятия инженерной подготовки территории	Оценка эффективности, %
1	Жилая застройка квартала по ул.Дзержинского - ул.Достоевского - ул.Марата - ул.Кирова, ул.Воронина, ул.Ленина, Центральная часть города, интенсивная застройка.	Техногенное подтопление территории (периодическое, локальное)	Горизонтальный трубчатый дренаж, сопутствующий в одной траншее с коммуникациями	100
2	Обследование здания Церкви Жен Мироносцев при строительстве здания Сбербанка по ул. Герцена.	Суффозионное разуплотнение песчано-супесчаных грунтов, неравномерная осадка зданий и сооружений	Водопонижающие мероприятия с использованием иглофильтров	100
3	Строительство малоэтажных зданий и сооружений, прокладка инженерных сетей, планировка и благоустройство территории в районе ул.Беляева, Баумана, Богдута, Склоны долины рек Оки, Яченки и Киевки.	Оползневые явления	Террасирование склонов с формированием их генеральной крутизны не более 14%; устройство продольных нагорных каналов для перехвата и сброса за пределы оползневых частей склонов поверхностных и грунтовых вод в систему поперечных каналов, грунтовые контрбанкеты в подошве оползневых склонов	95
4	Промышленная и частная жилая застройка в районе ул. Добровольского, Парижской Коммуны, Долина реки Киевка.	Карстовые процессы	Тоннельные прокладки инженерных сетей и обеспечение отвода воды, проникающих в них, уплотнение пазух котлованов, гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений, устройство водонесущих коммуникаций в бетонных лотках с повышенной гидроизоляцией и улавливающими колодцами для сброса аварийных прорывов	90
5	Малоэтажная застройка в районе ул. Кутузова, Подвойского, Красная гора; Долина реки Киевка и руч. Киевка.	Линейная эрозия (донная и боковая)	Подпорные стенки, буро-набивные сваи, вертикальная планировка территории, устройство водонесущих коммуникаций в бетонных лотках с повышенной гидроизоляцией и улавливающими колодцами для сброса аварийных прорывов.	100
6	Малоэтажная застройка, гаражи, промышленные сооружения, инженерные сети в районе улиц С.Щедрина, Знаменская. Пойма рек Оки, Яченки.	Подтопление и затопление подземных частей зданий	Уплотнение пазух котлованов, гидроизоляция подземных частей зданий, пристенный законтурный дренаж, устройство противо-фильтрационных завес.	100
7	Многоэтажная жилая застройка по улицам Подвойского, С. Разина, Красная гора. Долина реки Оки.	Суффозионное разуплотнение песчаных грунтов	Подпорные стенки, буро-набивные сваи, полукольцевой дренаж со стороны напорной грани для перехвата поверхностного и подземного стока вод.	100
8	Многоэтажные жилые дома по ул. Билибина – центральная часть города.	Техногенное обводнение грунтов в основании фундаментов (привело к деформациям фундаментов и аварийному состоянию здания)	Устройство буронагнетательных свай, цементация фундаментов и контакта фундамент-грунт.	100
9	Торгово-офисное здание по ул. Герцена – центральная часть города.	Техногенное обводнение грунтов	Укрепление грунтов буро-смесительным способом	100
10	Здание Сбербанка РФ по ул. Кирова - центральная часть города.	Подтопление подземных частей здания	Устройство иглофильтров	100

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проблема инженерно-геологической типизации территорий, в том числе и городских, продолжает оставаться одной из важных в инженерной геологии.

2. Целью исследований проведенных автором диссертации являлась разработка основ инженерно-геологической типизации городских территорий с обоснованием систем инженерной защиты применительно к намечаемому их строительному освоению на примере города Калуга.

3. Автор под инженерно-геологической типизацией городских территорий понимает научно обоснованное разделение их на типы путем сведения многообразия инженерно-геологических условий к небольшому числу с целью пространственно-временного прогноза изменений данных условий и экономически оправданного выбора соответствующего комплекса мероприятий инженерной защиты (подготовки), применительно к намечаемым видам и рискам ее строительного освоения.

4. Признаками выделения инженерно-геологических типов городских территорий являются особенности инженерно-геологических условий, которые подтверждены и оценены количественно. Теоретическим обоснованием типизации является сравнительно-геологический анализ результатов исследований, с учетом особенностей градостроительного использования территории.

5. При наличии информации о пораженности территории опасными инженерно-геологическими процессами и уязвимости объектов расположенных на ней, становится возможным рассчитать риски пораженности исследуемой территории (или отдельных ее участков) опасными инженерно-геологическими процессами и определить категорию опасности территории.

6. В один инженерно-геологический тип объединяются территории (участки), которые:

- сложены одним набором литолого-генетических или петрографических типов пород в одинаковой степени литифицированных, гипергенно измененных процессами выветривания, разгрузки и под воздействием различных техногенных факторов;

- располагаются в пределах современных близких тектонических структур и геоморфологических элементов рельефа с учетом их техногенного изменения (например, засыпанные древние эрозионные формы);

- имеют близкую обводненность пород, условия питания и дренирования грунтовых и подземных вод, их техногенного загрязнения;

- поражены определенным набором опасных природных и природно-техногенных процессов, характеризующихся подобными условиями их формирования, развития и активизации, одинаковыми моделями и величинами риска освоения и эксплуатации его территории при выборе мероприятий инженерной защиты от опасных инженерно-геологических процессов.

6. Весьма неблагоприятный инженерно-геологический тип (I тип) - это территории совместного вероятного проявления двух и более процессов. К ним отнесены участки в пределах долины рек Ока (от современного уреза до отм. ~ 140м), Яченка и Киевка (до отм. ~ 160м), а также участки крупных оврагов и балок к руслу и пойме реки и висячие овраги на эрозионных склонах. В сложившихся природно-техногенных условиях - это техногенно подтопленные и частично заболоченные территории с развитием или формированием оползневых, суффозионных и карстово-

суффозионных процессов, линейной эрозии, деформаций незатухающей ползучести глин, неравномерных осадок грунтов и т.п. Ее пораженность указанными опасными природно-техногенными процессами достигает 100% при вероятности их проявления, равном $R=1$.

7. Неблагоприятный инженерно-геологический тип (II тип) – это территории проявления одного из опасных инженерно-геологических процессов – интенсивной линейной эрозии, техногенного подтопления, суффозионного разуплотнения песчано-супесчаных разностей грунтов «активной зоны», развитие деформаций незатухающей ползучести глин, оползневых смещений грунтов со склонов. Пораженность опасными природно-техногенными процессами этих территорий достигает 70% их общей площади. Вероятность проявления одного из названных выше процессов изменяется в пределах от $R=0,15$ до $0,8$.

8. Потенциально неблагоприятный инженерно-геологический тип (III тип) – это территории вероятного проявления одного из следующих процессов: линейной эрозии, оползневых смещений грунтов, суффозионного разуплотнения песчано-супесчаных грунтов с проявлениями неравномерных деформаций грунтов и строительных объектов в них, техногенного подтопления и/или заболачивания; карстово-суффозионных процессов. Их освоение требует организации предупредительных мероприятий инженерной защиты с тем, чтобы не вызвать активизации существующих, вышеуказанных, процессов и новообразования опасных техногенных процессов. При отсутствии указанной защиты вероятность проявления одного из процессов составит в среднем $R=0,5$.

9. Относительно благоприятный инженерно-геологический тип территорий (IV – тип). Это территории, где в сложившихся природно-техногенных условиях опасные инженерно-геологические процессы отсутствуют. Эти территории не требуют организации специальных систем инженерной защиты. Однако строительство новых объектов должно осуществляться с организацией опережающей инженерной подготовки застраиваемых участков с целью недопущения новообразования опасных инженерно-геологических процессов

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих изданиях, в том числе рекомендованных ВАК РФ(*):

1. Геоинформационная система «акнар-pro» для оценки устойчивости оползневых склонов (совместно с Н. Л. Шешеней). /Межрегиональная научно-практическая конференция «Проблемы и задачи инженерно-строительных изысканий». Пермь, 24 мая 2005г, с. 34-36/;

2. Закономерности формирования, распространения и активизации инженерно-геологических и гидрогеологических процессов на территории г. Калуги (совместно с Н. Л. Шешеней). /Материалы годичной сессии – Сергеевские чтения, выпуск 9 «Опасные природные и техноприродные экзогенные процессы: закономерности развития, мониторинг и инженерная защита территорий». М.\ ГЕОС, 2006, с. 68-73/;

3. Геоэкологические особенности городских территорий, предназначенных для промышленного и гражданского строительства на примере г. Калуги (совместно с Н. Л. Шешеней). /Материалы годичной сессии – Сергеевские чтения, выпуск 8 «Инженерно-экологические изыскания в строительстве: теоретические основы, методика, методы и практика»./ М. ГЕОС, 2006, с. 87-89/;

4. Принципы инженерно-геологической типизации городских территорий для целей их строительного освоения и инженерной защиты (совместно с Н. Л. Шешеней). /Материалы Международной научной конференции «Новые идеи в науках о земле» 12 апреля 2007г., с. 207-209/;

5. Инженерно-геологические изыскания на участках развития склоновых гравитационных процессов для обоснования проектов инженерной защиты (совместно с Н. Л. Шешеней). /Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Г. В. Богомолова. Минск 2007г., с. 205-207/;

6. Инженерно-геологические изыскания на участках развития склоновых гравитационных процессов для обоснования проектов инженерной защиты (совместно с Н. Л. Шешеней). /«Горный информационно-аналитический бюллетень» № 9,2007г./;

7. Типизация инженерно-геологических условий городских территорий для целей их строительного освоения (совместно с Н. Л. Шешеней). /«Горный информационно-аналитический бюллетень» № 9,2007г./;

8. Палеогеоморфологический анализ развития рельефа и экзогенных процессов (на примере г. Калуги) / ж. «Промышленное и гражданское строительство» № 9, 2007г./;

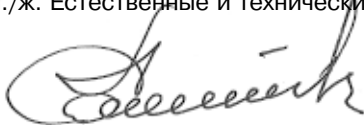
9. Оценка социально-экологических ущербов и риска проявления опасных процессов по материалам инженерных изысканий (на примере Калужской области) (совместно с Н.Л. Шешеней) / ж. «ГеоРиск» декабрь, 2007г. с.61-62/;

10. Загрязнение поверхностных и подземных вод г. Калуги (совместно с Н.Л. Шешеней) / Материалы конгресса «Вода: экология и технология» / Москва, Экватэк-2008/;

11.Основные требования к инженерно-геологическим изысканиям для строительства зданий и сооружений повышенного уровня ответственности (совместно с Н.Л. Шешеней) /ж. «Промышленное и гражданское строительство» № 10, 2008 г. с.17-20/;

12*. Основные требования к материалам инженерно-геологических изысканий для зданий повышенного уровня ответственности /ж. Естественные и технические науки № 3, 2009 г. с.175-178/.

13*. Социально-экологические ущербы и риск проявления опасных процессов в пределах г.Калуги и области./ж. Естественные и технические науки № 4, 2009 г. с.164-168/



Подписано в печать 15.08.2009 г.

Печать трафаретная
Заказ №321
Тираж: 100 экз.

Типография РА "Полиграф-Центр"
ИНН 402900428555
248021, Калуга, ул.Московская, 280
(4842) 589-582
e-mail:poligraf_centra@mail.ru