

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СФЕРУ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В. А. Бударина, Т. В. Повалюхина, В. В. Петруновский

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 14 сентября 2012 г.

Аннотация. Оценка эколого-геологических условий территорий является основой качества строительства и эксплуатации инженерных сооружений. В статье представлена информация по особенностям строения и свойствам приповерхностных отложений на территории Воронежской области. Подчеркивается роль неотектонического строения, анализируется развитие грунтов со специфическими свойствами, дается оценка проявленности экзогенных процессов и явлений. Прогнозируется воздействие геологических факторов на сферу жизнедеятельности населения Воронежской области.

Ключевые слова: эколого-геологические условия, инженерные изыскания, сфера жизнедеятельности, приповерхностные отложения, процессы, сейсмичность.

Abstract. Assessment ecological and geological conditions of territories is the basis on the quality of construction and operation of engineering structures. The article presents information on the specifics of the structure and properties of surface sediments in the Voronezh region. Emphasizes the role of neotectonic structure, analyzes the development of soils with specific properties, provides an assessment of manifestation of exogenous processes and appearances. Projected impact of geological factors on the scope of activity of the population of the Voronezh region.

Key words: ecological geological conditions, engineering surveys, the scope of life, near-surface sediments, processes, seismicity

Различные территории характеризуется особенностями природных условий, геоморфологического, геологического, гидрогеологического, неотектонического строения. Данная специфика в свою очередь определяет параметры формирования региональных эколого-геологических систем. Эколого-геологические условия представляют собой комплекс абиотических и биотических компонентов природной среды, отражающих влияние приповерхностной части литосферы на экосистемы различного уровня организации [1]. Учет эколого-геологических условий необходим при проведении практически всех видов инженерных изысканий. Общий порядок проведения инженерных изысканий в строительстве определен Градостроительным кодексом Российской Федерации [2], Федеральным законом от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [3], Законом Воронежской области от 07.07.2006 N 61-ОЗ «О регулировании градостроительной деятельности в Воронежской области» [4]. Технический регламент определяет требования к проведению инженерных изысканий в части их досто-

верности и достаточности. Подчеркивается, что результаты изысканий должны содержать прогноз изменений показателей компонентов природной среды в результате строительства и эксплуатации инженерных сооружений. В этой связи особую роль играет качество работ по прединвестиционной инженерно-геологической и инженерно-экологической оценке территории освоения.

Центрально-Черноземный экономический район всегда был одним из наиболее осваиваемых районов Европейской территории России (ЕТР). Исторически большая часть его населения с соответствующей инфраструктурой жизнеобеспечения тяготела к различным участкам ЕТР. Территория Воронежской области является частью Центрально-Черноземного экономического района (ЦЧЭР). Для нее характерны некоторые особенности:

1. Развитие уникального почвенного покрова, который по своим качественным характеристикам и мощности практически не имеет аналогов не только за пределами ЦЧЭР, но и в мире.

2. Исторически сложившаяся плотная заселенность территории, составляющая до 50 чел/км². Область подразделяется на 534 муниципальных образования:

- 3 городских округа,

- 31 район,
- 29 городских поселений,
- 471 сельское поселение.

Селитебная застройка, представленная объектами капитального строительства, в пределах об-

ласти формирует крупную городскую агломерацию-г. Воронеж. По состоянию на 1 января 2010 года имеется 21 населенный пункт с количеством населения, превышающим 10 тысяч человек (рис. 1).



Рис. 1. Административно-территориальное деление Воронежской области

3. Интенсивное промышленное освоение территории.

В составе промышленности на территории области преобладают химическая промышленность, металлургический комплекс, предприятия военного комплекса, активно развиваются объекты атомной энергетики. Также в структуре хозяйства Воронежской области большую роль играет горнодобывающая промышленность. Сегодня на государственном балансе Воронежской области числится 12 месторождений мела, 60 месторождений суглинков, глин, 26 месторождений песков строительных, 3 месторождения строительного камня, 3 месторождения сырья для производства керамзита, 1 месторождение песчано-гравийных отложений, 44 месторождения торфа площадью более 10 га. [5]. Дальнейшее интенсивное развитие промышленности области будет сопровождаться ак-

тивным проведением инженерных изысканий под строительство капитальных и особо опасных объектов.

4. Широкий спектр эндогенных и экзогенных процессов.

При проведении инженерных изысканий необходимо учитывать различные эндогенные и экзогенные процессы, которые могут оказать воздействие на объекты капитального строительства, а также на особо опасные и технически сложные объекты. В настоящей статье особое внимание уделяется особенностям проведения региональных инженерных изысканий в зависимости от указанных процессов в Воронежской области.

По проявленности эндогенных процессов территорию Воронежской области условно можно разделить на 2 области: сейсмичную и асейсмичную, это связано с тем, что в геоморфологическом

отношении область находится на стыке Окско-Донской низменности и Среднерусской возвышенности. Сейсмические территории выявлены только в пределах Среднерусской возвышенности. Согласно общепринятым позициям платформа не относится к сейсмическим территориям, однако исследования, проведенные под руководством Л.И. Надёжки, выявили наличие территорий, характеризующиеся бальностью 6 и 7. Формирование сейсмичности в плотную связаны с неотектоническими процессами. Так, значительная часть подвижек земной коры приурочена к зонам разломов. В зоне пересечения разрывных нарушений докембрийского фундамента и новейших структурных линий фиксируются землетрясения в Репьевском, Острогожском и Россошанском районах. Землетрясения магнитудой 4 балла в Хохольском районе также приурочены к разрывным нарушениям докембрийского фундамента.

Зона, характеризующаяся сейсмичностью 7 баллов, охватывает долины верхнего и среднего течения реки Дон в пределах области. Река протекает по крупноразломной зоне, унаследованной из тектонического нарушения фундамента. Многочисленные оперяющиеся дизъюнктивные структуры

создают сейсмическую нестабильность участка. В пределах городов на естественную сейсмичность налагается техногенная составляющая, которая формируется за счет движения транспорта, нарушения естественного залегания грунтов, воздействия взрывов и т.п. Для территории города Воронежа приращение бальности за счет техногенного фактора составляет около 1 балла. В пределах данной зоны при возведении объектов капитального строительства необходимо проведение работ по микросейсмическому районированию. Оно должно учитывать как особенности инженерно-геологических условий территории (угол откоса, наличие слабых и водонасыщенных грунтов, распространение техногенных грунтовых толщ и т.п.), так и техногенные факторы.

В пределах участков, характеризующихся 6-балльной сейсмичностью, учет данного фактора необходимо проводить только при инженерных изысканиях под особо опасные и технически сложные объекты.

Восточная часть Воронежской области асейсмична, здесь возможны землетрясения магнитудой до 5 баллов (рис. 2).

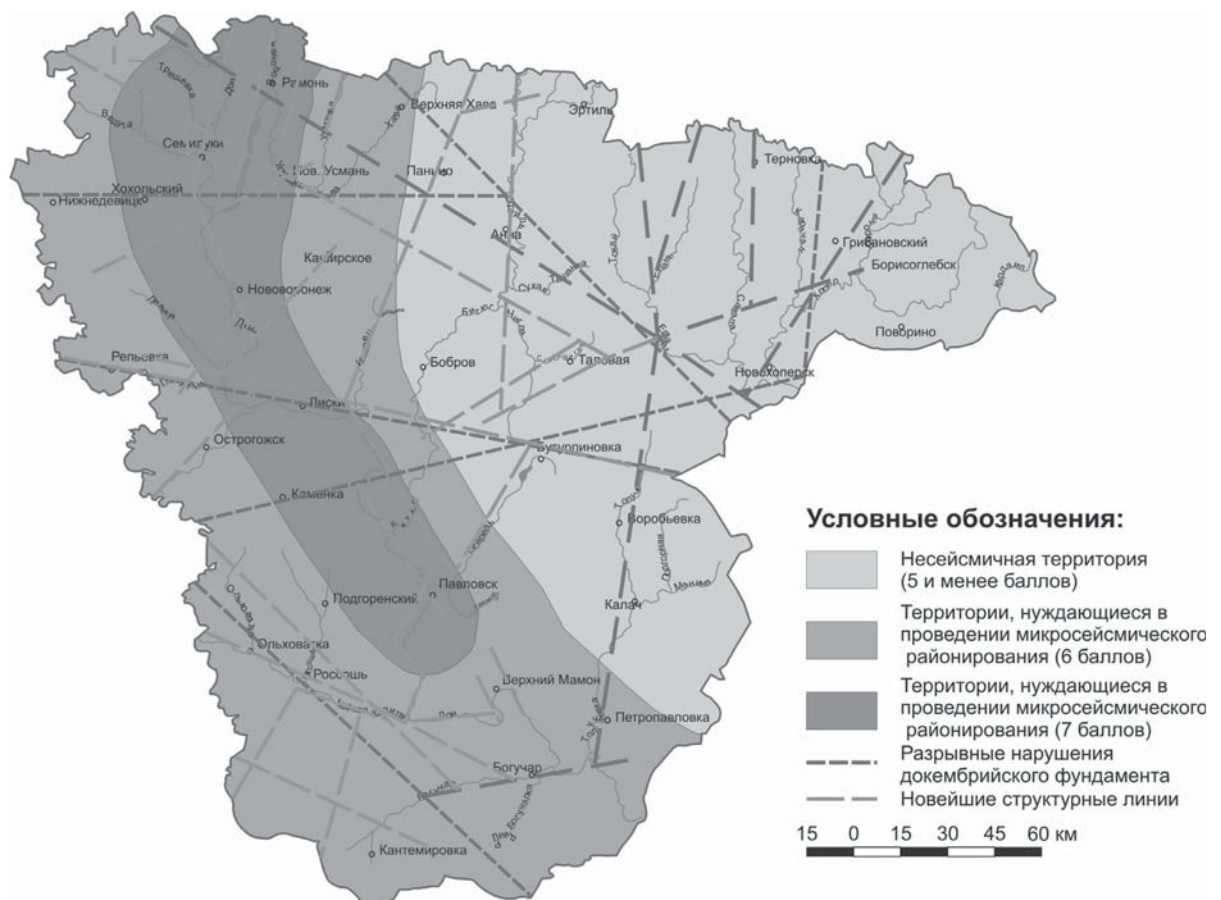


Рис. 2. Карта-схема инженерно-сейсмических изысканий

Экзогенные процессы также имеют тесную связь с неотектоникой территории Воронежской области. Здесь имеют место 2 выраженных типа участков. Первый из типов геоморфологически связан с Окско-Донской низменностью, второй – со Среднерусской возвышенностью (рис. 3). Северо-восточная часть области испытывает отрицательные движения, при этом скорость прогибания в междуречье рек Усманка и Битюг, в Терновском районе и в западной части Грибановского района составляет более 2 мм/год на фоне средней скорости в других районах от 0 до 2 мм/год. Южная и северо-западная часть области испытывает поднятие. Наибольшая скорость положительных движений (более 4 мм/год) отмечена в Хохольском районе, восточной части Калачеевского района, юго-западной части Каменского района, на юге Острогожского, Кантемировского и Богучарского районов, а также на западе Семилукского, Нижнедевицкого районов, в центральной и западной части Репьевского района.

Указанные процессы лежат в основе развития ряда экзогенных процессов, оказывающих воздействие на объекты строительства. Среди них: карст, оползни, эрозия, эоловые процессы и т.д.

Карст – совокупность процессов и явлений, связанных с деятельностью воды и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот, а также своеобразных форм рельефа, возникающих на местностях, сложенных сравнительно легко растворимыми в воде горными породами (гипсами, известняками, мраморами, доломитами и каменной солью) [6].

В Воронежской области карстовые процессы по большей части приурочены к зонам положительных неотектонических движений (рис. 3). В целом, карстовым процессам подвержены породы мелмергельной и карбонатной формаций. Установлены погребенные карстовые формы, представленные кавернами, расширенными трещинами, полостями различного размера и формы.

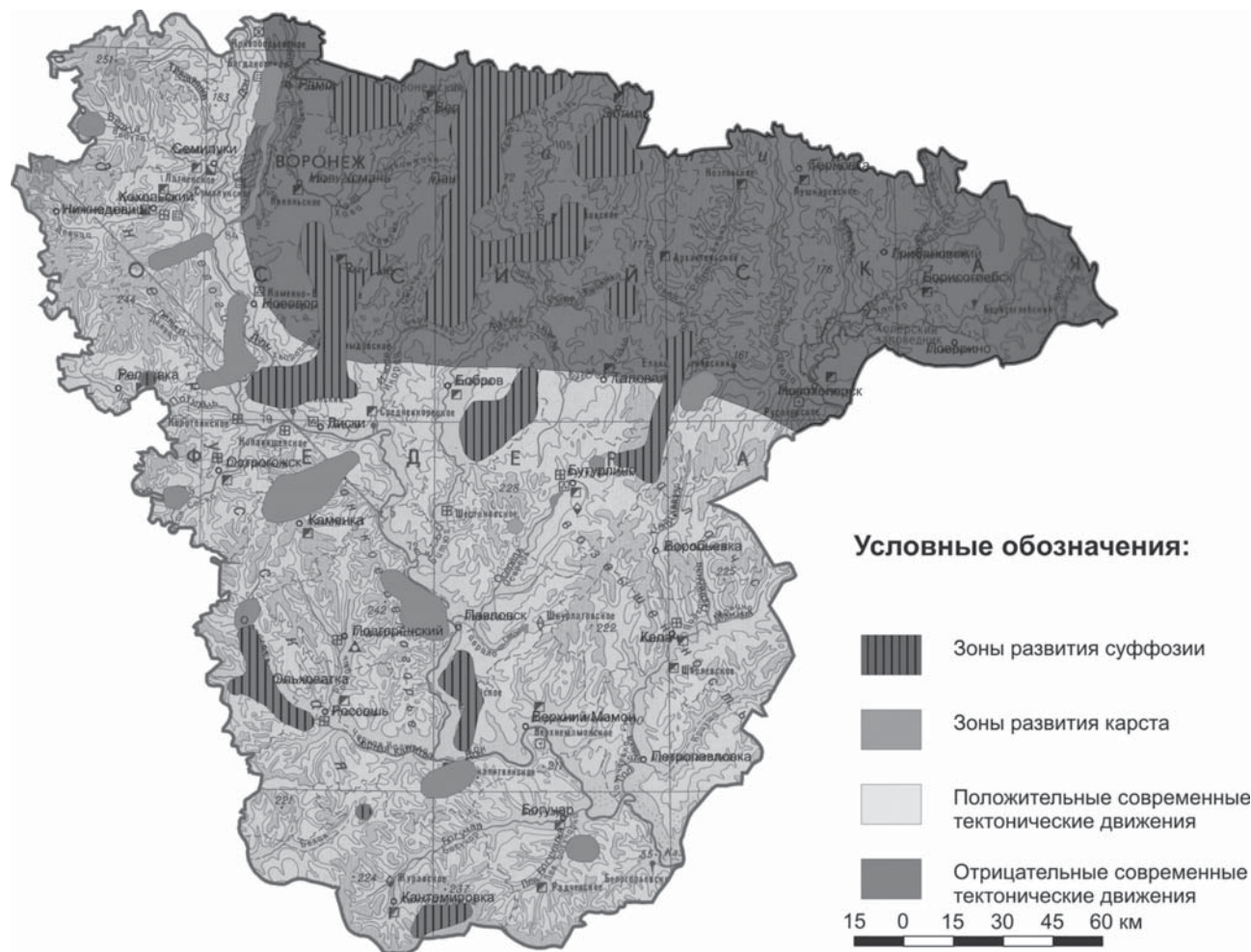


Рис. 3. Карта неотектонических движений, совмещенная со схемой развития карста и суффозионных западин

Активно развивается современный карст, чему способствуют такие факторы, как большая мощность зоны активного водообмена, широкое распространение карбонатных пород, отсутствие в перекрывающих их породах выдержанных водопоров и пр.

Современные карстовые формы – западины, котловины, воронки, провалы наблюдаются не только в местах выходов карбонатных пород на дневную поверхность (долина Дона и его притоков), но и под маломощным покровом неоген-четвертичных отложений. [7]. Таким образом, основными местами проявления карстовых процессов является долина Дона и его притоков, а также северо-восточнее г. Бутурлиновка и на правом берегу р. Осередь и р. Елань.

Другим, отрицательно влияющим на инженерные сооружения процессом, является суффозия – это вынос мелких минеральных частиц породы фильтрующейся через неё водой. Процесс близок к карсту, но отличается от него тем, что суффозия является преимущественно физическим процессом и частицы породы не претерпевают дальнейшего разрушения. Суффозия приводит к проседанию вышележащей толщи и образованию западин (суффозионных воронок, блюдца, впадин) диаметром до 10 и даже 100 метров, а также пещер. Другим следствием может быть изменение гранулометрического состава пород как подверженных суффозии, так и являющихся фильтром для вынесенного материала. Наиболее широкое развитие суффозия получает в области распространения лёссов и лёссовидных суглинков, под склонами долин рек, что ярко выражено на территории Воронежской области. В целом, суффозионные процессы проявлены на севере области в центральной ее части и приурочены к отрицательным неотектоническим движениям земной коры. Кроме того, суффозия активно проявлена вдоль русла реки Черная Калитва, на левом берегу реки Дон южнее города Павловск, на юге Кантемировского района и восточнее города Бобров (рис. 3).

К ведущим негативным экзогенным процессам, способным деформировать инженерные сооружения, относятся склоновые процессы. Так, на территории Воронежской области ярко выражены оползни. Морфологически они приурочены к Среднерусской возвышенности, но наиболее ярко проявляются по берегам Дона, Воронежа, Толучеевки, Потудани, Сосны, Девицы. Как правило, они связаны с отложениями юры и мела. Здесь, в основном, распространены циркообразные оползни длиной

от 50 до 300 м и шириной до 100 м. Нередко оползневые цирки располагаются сплошной лентой, поражая склоны долин на протяжении нескольких километров. В районе реки Сосна оползневые деформации подвержена известково-мергельная толща верхнего девона. Протяженность оползневых склонов здесь от 50 м до нескольких километров; стенки срывов оползней высотой 10 м и более. Многочисленным оползням подвержены четвертичные отложения на территории Воронежской области [7].

Кроме того, к ведущим экзогенным процессам, оказывающим воздействие на объекты строительства, относится эрозия. Данный процесс активно проявлен в долинах рек Окско-Донской низменности, а именно Савала, Ворона, Хопер, Елань и Токай. В отдельных местах эрозионные процессы связаны с резкими превышениями водоразделов над днищами долин (рис. 4).

Район с высоким эрозионным расчленением, где оврагами прорезаны почти все склоны, а глубина вреза овражно-балочной сети достигает 15 метров, занимает междуречье Дона и Воронежа. Долины рек широкие, ассиметричные с крутым правым и пологим левым склонами [7]. В связи с этим большая часть эрозионных участков вдоль реки Дон приурочена к его правобережной части. Активно развиваются эрозионные процессы на Калачской возвышенности, в районе Донского Белогорья, в Острогжском, Ольховатском и Россошанском районах. В целом, на территории Воронежской области эрозионные процессы приурочены к водоразделам (рис. 4).

Также к склоновым процессам, проявленным на территории Воронежской области, относятся обвалы и осыпи, которые распространены локально. Обвальные процессы проявлены в устье реки Битюг. Осыпи характерны для поймы реки Воронеж, а также Воронежского водохранилища, кроме того, эпизодически встречаются на левобережье реки Дон юго-восточнее г. Лиски и южнее г. Павловск (рис. 5).

Процесс заболачивания местности в значительной степени сказывается на устойчивости инженерных сооружений, что должно быть учтено при проведении инженерных изысканий. На территории Воронежской области процессу заболачивания подвержены поймы крупных рек. Особенно ярко процесс выражен в поймах рек Хопер, Эртиль, Усманка, Битюг и реки Дон, в устьях рек Потудань и Тихая Сосна, в устье реки Черная Калитва и в районе Верхнего Мамона. Эпизодически забола-

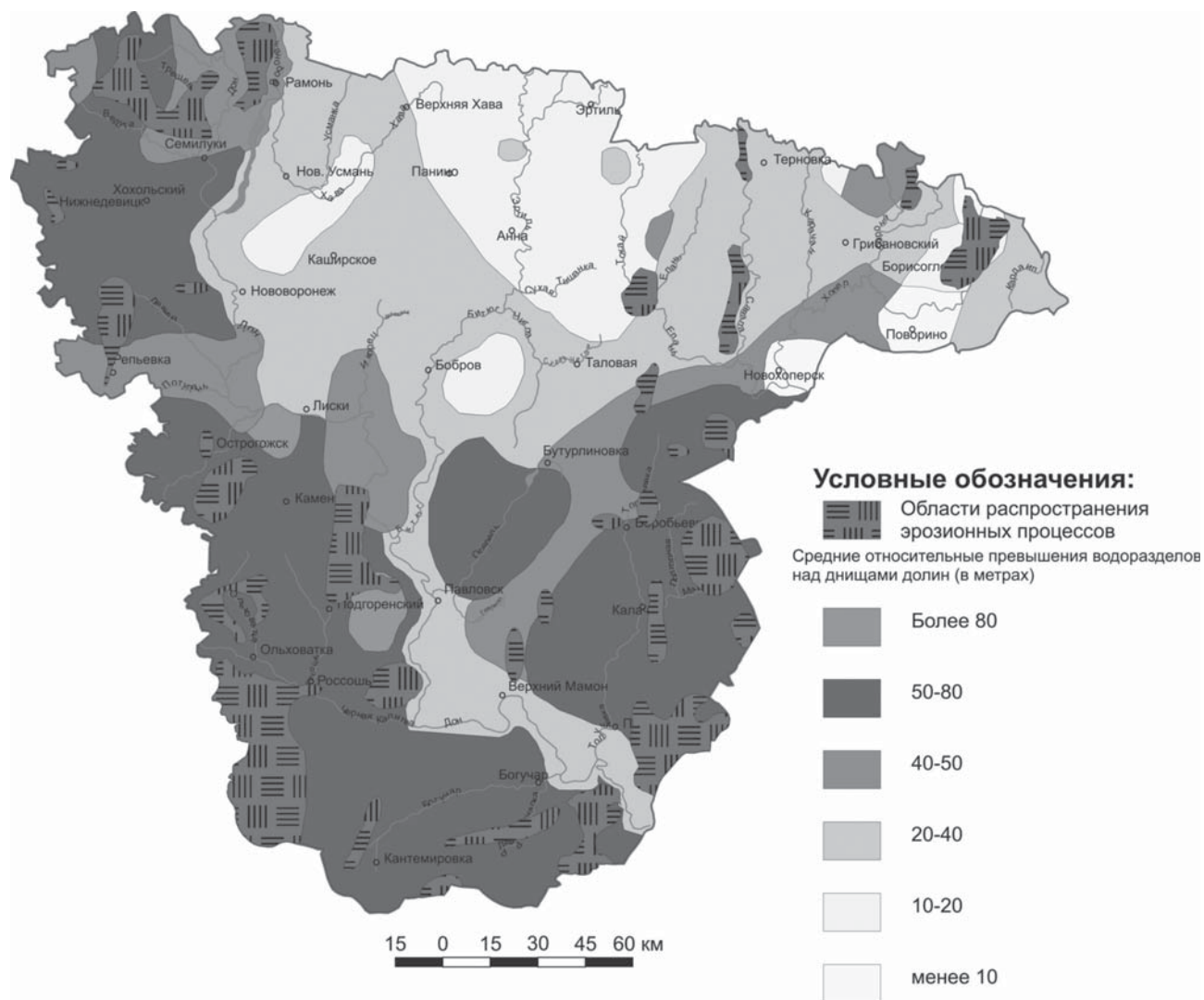


Рис. 4. Карта-схема эрозионного расчленения территории и распространения эрозионных процессов

чивание имеет место на левом берегу реки Савала и у истока реки Сухая Тишанка (рис. 5).

При строительстве инженерных сооружений необходимо учитывать просадочность грунтов. В этом отношении важно учитывать наличие их лесовидных разностей.

Лёссы, лёссовые грунты – особый тип антропогенных отложений, с точки зрения инженерной геологии – особый тип грунтов. Очень пористая (объем пор – до 45 % образца), карбонатная, однородной текстуры порода, состоящая преимущественно из частиц алевритовой фракции. Обычно имеет палевый или светло-желтый цвет.

В пределах Воронежской области распространены лёссовидные суглинки. Это породы, близкие к лёссам, отличаются от них меньшим содержанием крупнопылевой фракции и большими колебаниями содержания других фракций, меньшей по-

ристостью и просадочностью, окраска от желтовато-бурой до красновато-бурой [8].

Просадочность лёссовидных грунтов выражается в способности уплотняться под действием либо собственного веса, либо под воздействием здания или сооружения, при замачивании (увлажнении). Морфологически это уплотнение выражается в формировании просадок земной поверхности, откуда и происходит термин «просадочность». Иногда деформации земной поверхности могут достигать значительных величин (от дециметров до первых метров), поэтому просадочность должна весьма тщательно изучаться при инженерно-геологических и геотехнических исследованиях, так как может привести к значительным деформациям зданий, конструкций, плотин и даже к их разрушению.

На территории Воронежской области лёссовые грунты распространены очень широко (рис. 6). Как



Рис. 5. Карта-схема развития склоновых процессов и заболачивания на территории Воронежской области

правило, они покрывают обширные водораздельные пространства, склоны долин и высокие речные террасы. По своему площадному распространению приурочены к Окско-Донской низменности, где встречаются практически повсеместно, за исключением отдельных участков пойм рек Усманка, Битюг, Карачан, Токай. Помимо этого лессовидные суглинки на территории эпизодически распространены в районе Донского Белогорья, вдоль русел рек Осередь, Толучеевка, на юго-западе Калачской возвышенности, южнее устья реки Ольховатка, а также в южных частях области вдоль ее границ с Ростовской областью и Луганской областью Украины.

Мощность отложений лессовидных суглинков колеблется от 1 до 30 м, в основном – 5–10 м. В их составе преобладают пылеватые лессовидные суглинки, карбонатные, часто макропористые. Лессовидные породы характеризуются незначительными изменениями своих свойств по площади. Однако с глубиной физико-механические свойства суглинков

заметно меняются. До глубины 5 м преобладают палевые, палево-желтые сильно макропористые суглинки с ходами землероев. Они содержат карбонатов кальция в различных модификациях 8–22 %, сильно пылеватые (до 79 %), отличаются низкой влажностью и повышенной пористостью (коэффициент пористости до 1,2).

Объемная масса суглинков изменяется от 1,53–1,66 г/см³ на глубинах 0–3 м до 1,84 г/см³ на глубине 5 м. Соответственно изменяются и другие характеристики [9].

Основные показатели прочностных и деформационных свойств суглинков для глубины 3–5 м имеют следующие средние значения: компрессионный модуль деформации 45*10⁵ Па, угол внутреннего трения 26°, сцепление 0,32*10⁵ Па. Значения коэффициента относительной просадочности при нагрузке 3*10⁵ Па находятся в пределах 0,012–0,034. С глубины 4–5 м суглинки приобретают бурую и желто-бурю окраску, становятся более тяжелыми и плотными. Компрессионный

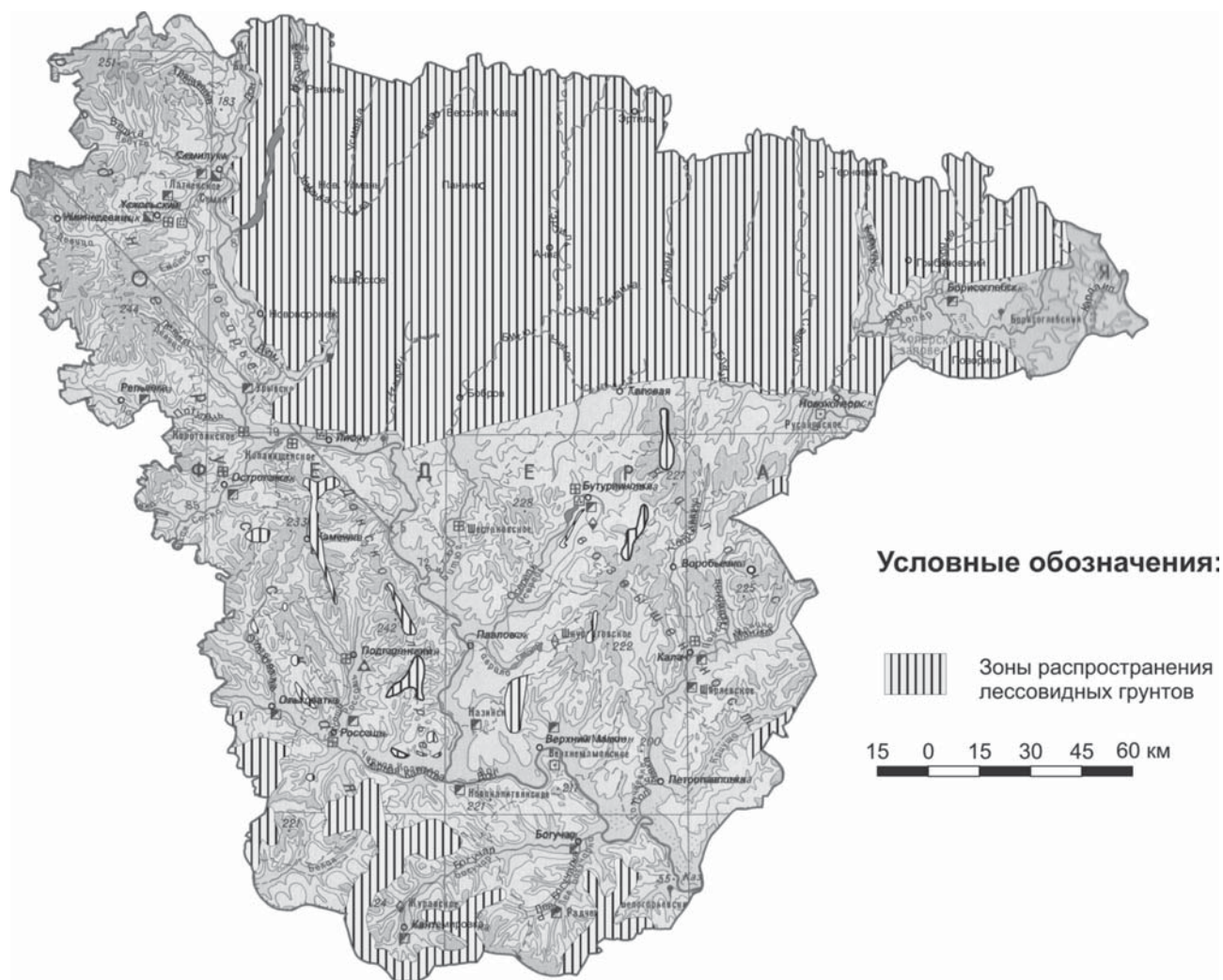


Рис. 6. Карта-схема распространения лессовидных грунтов

модуль деформации возрастает до $48 \cdot 10^5 - 60 \cdot 10^5$ Па. Заметно уменьшается просадочность (только местами встречаются слабо просадочные разности суглинков).

Еще глубже, в интервале от 8–10 до 15 метров, реже до 20–30 м залегают коричнево-бурые суглинки, отличающиеся еще более высокой плотностью. Компрессионный модуль общей деформации находится в пределах $50 \cdot 10^5 - 90 \cdot 10^5$ Па, изредка возрастая до $120 \cdot 10^5 - 200 \cdot 10^5$ Па.

На участках, сложенных лессовидными грунтами, необходимо учитывать просадочность грунтов при проведении инженерно-геологических изысканий.

Проведенные исследования позволили выделить комплекс эндогенных и экзогенных факторов, определяющих состав и виды работ при проведении инженерных изысканий на территории Воронежской области. Данные особенности должны отражаться в программе работ, разворачиваться в

виде полевых и аналитических исследований. Значимость создания региональных документов для проведения инженерных изысканий весьма высока. Они позволяют, с одной стороны, учитывать унификацию общих подходов, изложенных в нормативных документах, с другой стороны, детализировать исследования на стадии формирования программы работ. Подобный подход к проведению инженерных изысканий значительно повышает их качество, обосновывает финансирование проектов, обеспечивает устойчивость зданий и сооружений.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабошкина Т. А. Методические подходы к оценке геохимического экологического состояния литосферы / Т. А. Барабошкина, Д. Г. Зилинг // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2000. – № 3. – С. 264–273.
2. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 06.12.2011).

3. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

4. Закон Воронежской области от 07.07.2006 № 61-ОЗ «О регулировании градостроительной деятельности в Воронежской области».

5. Методические рекомендации по проведению инженерных изысканий в Воронежской области / под общей ред. И. И. Косиновой. – Воронеж: ВГУ, 2012. – 181 с.

6. *Чикишев А. Г.* Карст Русской равнины / А. Г. Чикишев // Карст Русской равнины. – М. : Наука, 1978. – 192 с.

7. Инженерная геология СССР: в 8 т. Т. 1: Русская платформа // Инженерная геология СССР : в 8 т. Т. 1: Русская платформа / под ред. И. С. Комарова. – 1978. – 527,[1] с.

8. *Петров Р. П.* Петрографический словарь / Р. П. Петров [и др.] ; под ред. В. П. Петрова, О. А. Богатикова, Р. П. Петрова. – М. : Недра, 1981. – 496 с.

9. *Трегуб А. И.* Районирование Воронежской области по условиям развития экзогенных геологических процессов / А. И. Трегуб, Н. А. Корабельников, Б. В. Глушков // Вестн. ВГУ. Серия: Геология. – 1996. – № 2. – С. 113–125.

Воронежский государственный университет

В. А. Бударина, кандидат юридических наук, доцент

Тел. 8-920-420-53-35

budarinav@yandex.ru

Voronezh State University

V. A. Budarina, candidate of legal sciences

Tel. 8-920-420-53-35

budarinav@yandex.ru

Т. В. Повалюхина, аспирант кафедры экологической геологии

Тел. 8-904-210-64-20

tan-0301@yandex.ru

T. V. Povalukhina, post-graduate student of department of Environmental Geology

Tel. 8-904-210-64-20

tan-0301@yandex.ru

В. В. Петруновский, соискатель кафедры экологической геологии

Тел. 8 (473) 220-82-89

V. V. Petrunovsky, competitor of department of Environmental Geology

Tel. 8 (473) 220-82-89