



На правах рукописи

*Присс*

ДК 552.6С1.541

**Присс Ольга Григорьевна**

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ И КРУПНОГО  
ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В Г. НЕВИННОМЫССКЕ  
(СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

Специальность 25.00.36 – «Геоэкология»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Дубна – 2009

Работа выполнена на кафедре строительство Северо-Кавказского государственного технического университета

**Научный руководитель:**

доктор геолого-минералогических наук, профессор Галай Борис Федорович.

**Официальные оппоненты:**

доктор геолого-минералогических наук, профессор Джамалов Р. Г

доктор геолого-минералогических наук, профессор Петренко В.И

**Ведущая организация (предприятие):** ОАО «Научно-производственный инженерно-геологический центр».

Защита состоится “ 10 ” апреля 2009 г. в 14.00 часов в аудитории 1-300 на заседании диссертационного совета Д 800.017.01 при Международном университете природы, общества и человека «Дубна» по адресу: 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, д.19.

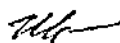
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ МО Международного университета природы, общества и человека «Дубна».

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять Ученому секретарю диссертационного совета по указанному адресу.

Автореферат разослан “6 ” марта 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат биологических наук



И.С. Каманнина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Индустриализация страны привела к строительству крупных химических комплексов. Город Невинномысск – город химиков пришлось строить в специфических геологических условиях. Проведенный анализ градостроительства г. Невинномысска показывает, что при реконструкции существующей застройки и градостроительном планировании недостаточно учитывают инженерно-геологические факторы. Из-за недооценки инженерно-геологических условий и наличия грунтов разного генезиса страдает инфраструктура города, происходят деформации жилых домов и общественных зданий. На территории Невинномысска почти повсеместно распространены специфические покровные глинистые грунты. По данным управления городского коммунального хозяйства с 90-х гг. прошлого века в Невинномыске испытали аварийные и предаварийные деформации около 60 жилых домов. Площадное подтопление агрессивными грунтовыми водами, загрязнение грунтовых вод тяжелыми металлами и токсическими органическими соединениями усугубляют экологическое неблагополучие геологической среды этого города.

Изучение геологических и геоэкологических условий территории г. Невинномысска показало, что предшествующие исследования были в основном направлены на: 1) изучение состава и фациальных изменений горных пород в региональном плане (К.К.Прокопов, А.А. Архангельский, В.П.Колесников Л.В.Сельский, 1932); 2) картирование Невинномысской антиклинальной структуры (М.С.Буньков, 1948); 3) разведочные работы на нефть и газ (А.Д.Бизнигаев, И.А.Кремова, 1949-50); 4) наличие в грунтовых водах тяжелых металлов у накопителей твердых и жидких отходов ПО "Азот" (Северо-Кавказский филиал ПНИИИС, 1990); 5) содержание СПАВ в грунтовых водах Закубанской части (СевКавгеология, Геокаптаж, Севкавгипроводхоз, 1989-90); 6) составление схемы сейсмического микрорайонирования г. Невинномысска (СтавропольТИСИЗ, 1999). Изучение геологического строения и геоэкологического состояния территории показало, что исследования были направлены в основном на изучение загрязнения подземных вод. Техногенное воздействие города на покровную толщу не изучено.

Невинномысск – один из наиболее неблагополучных в геоэкологическом отношении городов Юга России. Этот факт

подтверждает Постановление главы администрации города № 196 от 02.12.1996 года «Об ограничении нового строительства производственных объектов в связи с превышением ПДК по отдельным ингредиентам в жилой зоне». Геологическая среда г. Невинномысска нуждается в планомерной защите от деградации. Такая защита должна быть основана на компетентной оценке состояния геологической среды. В этой связи возникает необходимость оценки устойчивости геологической среды с точки зрения безопасности существования и способности прогнозировать поведение функционирования зданий и сооружений.

Данное исследование автор основывает на эколого-геологическом подходе к изучению функционирования природно-технической системы и предлагает прогнозно-оценочные методы, позволяющие определить устойчивость такой системы не только на стадии эксплуатации, но и реконструкции зданий и сооружений.

**Цель работы** - Оценка и районирование эколого-геологических условий г. Невинномысска для научно обоснованной разработки территориальных схем развития, размещения новых производств, районных планировок, разработки приоритетных направлений природоохранной деятельности

**Основные задачи исследования:**

- выявить процессы и явления в покровной глинистой толще, обусловленные промышленно-хозяйственным освоением территории г. Невинномысска;

- выявить изменения гидрогеологических условий на территории города под влиянием процессов техногенеза;

- исследовать динамику инженерно-геологических условий городской территории при техногенном подтоплении;

- оценить эколого-геологическое состояние территории города Невинномысска на данном этапе развития его инфраструктуры;

- разработать научный прогноз изменений эколого-геологических условий и дать рекомендации по их оптимизации;

**Объектом исследования** является геологическая среда на территории г. Невинномысска.

**Предметом исследования** служат изменения эколого-геологических условий, которые негативно влияют на геологическую среду г. Невинномысска.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Впервые дана научно обоснованная оценка состояния эколого-геологических условий территории крупного химического комплекса г. Невинномыска в сложных природных условиях.

2. Для определения устойчивости геологической среды предложены новые количественные показатели, характеризующие изменение прочностных и деформационных свойств специфических глинистых грунтов в основаниях зданий и сооружений.

3. Установлена зависимость изменения химического состава грунтовых вод от состава вмещающих пород, строения геологического разреза и геоморфологических условий местности.

4. Выявлено изменение состава, состояния и свойств глинистой покровной толщи при возрастании техногенной нагрузки на геологическую среду города.

5. На основе анализа гидрогеологических условий территории установлено, что одной из причин неблагоприятной геоэкологической обстановки является широкое (65 %) распространение покровной толщи специфических глинистых грунтов

6. Показано, что главной причиной деформаций зданий в г. Невинномыске является динамика влажности в их основаниях, сложенных специфическими глинистыми грунтами.

#### ***Практическая значимость работы.***

Выполнено эколого-геологическое районирование и градостроительное зонирование территории города для экологического обоснования принимаемых проектных решений и используется в процессе градостроительного проектирования г. Невинномыска.

В муниципальную программу № 61352 от 3 декабря 2008 г «Улучшение экологической обстановки в городе Невинномыске на 2009-2013 годы» внесены предложения по укреплению грунтов оснований зданий и сооружений и по реабилитации территорий загрязненных различными экотоксикантами.

Показана динамика агрессивности подземных вод на территории г. Невинномыска, необходимая для обеспечения безопасности и долговечности подземных городских сооружений.

Для выбора экозащитных мероприятий при проектировании строительных объектов предложены коэффициенты устойчивости по показателям понижения прочностных и деформационных свойств

грунтовой толщи, которые позволяют ранжировать инженерно-геологические элементы по степени их устойчивости.

В Архитектурном бюро ООО «Квартал» используются при проектировании, строительстве и эксплуатации оснований зданий и сооружений предложенные новые методы по стабилизации влажности и структурных связей глинистых грунтов.

Результаты исследования используются в учебном процессе при подготовке специалистов в Северо-Кавказском государственном техническом университете и в Невинномысском государственном гуманитарно-техническом институте.

Полученные результаты исследования позволяют в целом оценить современное состояние геологической среды г. Невинномыска, дать прогноз ее дальнейших изменений под техногенным воздействием.

#### *Основные защищаемые положения:*

1. Доказано, что структурно-вещественные особенности специфических глинистых грунтов при подтоплении покровной толщи г. Невинномыска приводят к понижению коэффициента устойчивости его геологической среды, прочностных и деформационных свойств, что отражается на эколого-геологических условиях урбанизированной территории города Невинномыска.

2. Антропогенное загрязнение грунтовых вод различными экотоксикантами, которое выражено в площадной характеристике загрязнения с оценкой экологического статуса говорит о возрастании техногенной нагрузки на инфраструктуру г. Невинномыска.

3. Увеличение сульфатной агрессивности грунтовых вод связано с обводнением соледержащих пород - майкопских глин и покровных глинистых грунтов. Изменение качественного состава грунтовых вод, выраженного в изменении химического состава, уменьшении минерализации, увеличении щелочности, повышении уровня грунтовых вод, связано с поступлением техногенных вод.

4. Впервые составлены схемы эколого-геологического районирования и ранжирования территории по степени комфортности геологической среды и градозэкологического зонирования города с выделением зон строгих экологических санитарно-гигиенических ограничений, экологически ограниченного природопользования и экологически регулируемого природопользования и выработаны рекомендации по оптимизации

эколого-геологических условий его территории.

**Фактический материал.** В основу диссертационной работы положены:

- материалы научно-исследовательских работ кафедры «Городское строительство и экспертиза недвижимости» Северо-Кавказского технического университета;

- фондовые материалы ОАО «СтавропольТИСИЗ», ОАО «Ставропольгражданпроект» и публикации в научных изданиях. Автором изучены и систематизированы данные многолетних наблюдений за уровнем грунтовых вод в условиях техногенного воздействия;

- фактический материал, собранный автором в период выполнения научно-исследовательской работы

***Апробация работы.***

Результаты исследований докладывались автором на научно-практической конференции «История инженерного образования» (Невинномысск, НГГТИ, 2001); VII региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону» (Ставрополь, СевКавГТУ, 2003); IV итоговой научной конференции «Региональная наука – Отечеству» (Невинномысск, НГГТИ, 2003); V межрегиональной научной конференции «Студенческая наука – экономике России» (Ставрополь, СевКавГТУ, 2005); научной конференции «Вузовская наука и приоритеты качества высшего профессионального образования» (Невинномысск, НГГТИ, 2005), четвертой Международной научно-практической конференции «Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века» (Москва, МИКХиС, 2006), ВИНТИ РАН (№276 – В2006, №277 – В2006), X региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону» (Ставрополь, СевКавГТУ, 2006), I Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее» (Невинномысск, НИЭУП, 2008), Вестник ТГУ (№308, Томск, 2008), Международной научно-практической конференции «Современное профессионально-техническое образование: достижения, проблемы, перспективы и тенденции» (Невинномысск, НГГТИ, 2009), II Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее» (Невинномысск, НИЭУП, 2009).

Опубликованы 5 работ, рекомендованные ВАК (п. 11 постановления), отражающие основные научные результаты

диссертации. В печать отправлено две публикации в электронные научные издания, зарегистрированные в Информрегистре в порядке, согласованном с Высшей аттестационной комиссией. Материалы, положенные в основу диссертации, изложены в 14 печатных работах и тезисах докладов, 3 работы находятся в печати.

### ***Структура и объем работы.***

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, изложенных на 151 стр. машинописного текста, содержит 25 рисунков, 32 таблицы и список литературы из 155 наименований.

Работа выполнена на кафедре «Городское строительство и экспертиза недвижимости» Северо-Кавказского государственного технического университета под руководством доктора геолого-минералогических наук, профессора Б.Ф. Галая., которому автор выражает глубокую признательность и благодарность. Автор благодарит коллективы кафедр «Городское строительство и экспертиза недвижимости» Северо-Кавказского государственного технического университета и «Математики и физики» Невинномысского государственного гуманитарно-технического института за многолетнюю помощь в работе, за ценные практические советы, замечания и поддержку.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна, практическая ценность и реализация полученных результатов в строительстве.

**Глава 1. Основные сведения о районе исследования и методологическая основа исследования.**

Основной особенностью рельефа местности является наличие речных террас, образованных реками Кубань и Большой Зеленчук.

**В тектоническом отношении** район принадлежит южному краю скифской плиты, ее складчатый фундамент сложен дислоцированными породами палеозоя, а осадочный чехол – слабо дислоцированными мезозойскими и кайнозойскими отложениями, трансгрессивно и несогласно перекрывающими породы фундамента. Район Невинномысска располагается в центральной части Невинномысского поднятия, захватывая его северное и южное крылья, где обширная пологая впадина, отделяющая Ставропольскую возвышенность от северного подножия склонов Главного хребта, разделена пологой антиклиналью на две



синклинали – южную и северную.

**Климат** континентальный с жарким засушливым летом и умеренно-холодной зимой. Максимальная температура воздуха  $+40^{\circ}\text{C}$ , минимальная –  $-36^{\circ}\text{C}$ . Максимальное количество осадков 596 мм. Преобладает восточное направления ветра (т.н. «армавирский коридор»).

**В геологическом строении** района принимают участие четвертичные (аллювиальные ( $aQ_{III}$ ), делювиальные ( $dQ_{III}$ ) и аллювиально-делювиальные образования ( $adQ_{III}$ ), глины майкопской серии ( $eQ[(P_3+N_1)mk]$ ) и известняки тацинского горизонта ( $eQ(N_1tz)$ ). Аллювиальные отложения представлены галечниками рек, делювий представлен глинами и суглинками. Суглинки и глины являются основным типом покровных грунтов. Их образование происходило в верхнем плейстоцене и по времени совпадает с накоплением эоловых лессов Предкавказья. Предположительно эоловый генезис покровных глин обуславливает отсутствие слонстости, пространственную однородность состава, высокую (до 2 %) засоленность и присутствие глинистых макроагрегатов из майкопских глин, широко распространенных к востоку от Невинномысска.

**Гидрогеологические условия** территории г. Невинномысска характеризуются водоносным слоем, приуроченным к галечникам речных террас, и наличием грунтовых вод в покровных отложениях.

Майкопская серия представлена значительной толщей глин, практически безводных и являющихся водоупором для исследуемой территории. Водовмещающей является верхняя выветрелая, трещиноватая зона (элювий), в которой обычно формируются воды «верховодки».

В четвертичных отложениях основная часть подземных вод приурочена к аккумулятивным террасам рек Кубань и Б.Зеленчук, в которых выделены следующие надпойменные слон:

- 1). Водоносный слой, приуроченный к галечниковым отложениям пойменной и I надпойменной террас;
- 2). Водоносный слой, приуроченный к галечниковым отложениям II и III надпойменных террас;
- 3). Водоносный слой, приуроченный к песчаным, гравийно-галечниковым и супесчано-суглинистым аллювиальным отложениям IV надпойменной террасы;
- 4). Водоносный слой в гравийно-галечниковых отложениях VII надпойменной террасы;
- 5). Водоносный слой в покровных отложениях IV и VII надпойменных террас.

Выделенные слои имеют между собой гидравлическую связь и объединяются в единый аллювиальный водоносный горизонт.

*Физические и физико-механические свойства грунтов* были даны для каждого слоя на основе статистической обработки изыскательских отчетов. Эти характеристики рекомендуются для предварительных расчетов оснований зданий и сооружений. В табл. 1 приведены характеристики покровной глины г. Невинномыска.

Таблица 1  
Сводная таблица физических, водно-физических и физико-механических свойств грунтов

| плотность<br>грунта | плотность<br>сухого грунта | природная<br>влажность | граница<br>текучести | число<br>пластичности | показатель<br>текучести | коэффициент<br>водонасыщения | давление<br>набухания | относительное<br>свободное<br>набухание | коэффициент<br>фильтрации | угол<br>внутреннего<br>трения | удельное<br>сцепление | объемная<br>усадка |
|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|---|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|
| г/см <sup>3</sup>   | г/см <sup>3</sup>          | %                      | %                    | %                     | д.е.                    | д.е.                         | кПа                   | кПа                                     | м/сут                     | град.                         | кПа                   | %                  |
| $\rho$              | $\rho_d$                   | W                      | W <sub>T</sub>       | J <sub>p</sub>        | I <sub>L</sub>          | e                            | P <sub>sw</sub>       | $\epsilon_{sh}$                         | K <sub>ф</sub>            | $\phi$                        | C                     |                    |
| 1,94                | 1,52                       | 28                     | 44,1                 | 17                    | 11                      | 0,96                         | 100<br>-<br>250       | 0,05-<br>0,12                           | 0,01                      | 8                             | 47                    | 27                 |

*Опасными геологическими процессами* на территории являются оползневые явления, эрозия почв и размыв берегов рек.

*В качестве методологической основы* эколого-геологического исследования была принята комплексная оценка территории по количественным признакам. Состояние территории характеризовалось количественными критериями путем ранжирования их по трем классам. Ресурс геологического пространства оценивался методами инженерной геологии (инженерно-геологическая съемка, и картографирование, инженерно-геологическое районирование, методы полевого и лабораторного изучения горных пород).

Полевые и камеральные работы выполнены в соответствии с нормативными документами и классификаторами (СНиП, ГОСТ и др.). При камеральной обработке полевых и лабораторных данных были изучены 153 изыскательских отчета, 184 химических анализа

грунтовых вод, более 300 монолитов грунта. Для определения физических показателей было взято 1530 проб грунта, водно-физических - 864 пробы грунта, физико-химических - 728 проб грунта, физико-механических – 324 пробы грунта.

Автор участвовала в сборе, обработке и анализе обширной ретроспективной гидрогеологической и инженерно-геологической информации, содержащейся в фондах различных организациях

Для определения химического состава подземных вод использовалась классификация С.А. Щукарева. Эта классификация позволяет просто и удобно сравнивать химический состав природных вод и широко применяется изыскательскими организациями. Она основана на принципе преобладания одного или нескольких из трех главных катионов и трех главных анионов. Принадлежность воды к тому или иному классу определяется содержанием ионов в количестве более 25 % - экв.

Из специальных методов использовались эколого-геологическое картирование, функциональный анализ эколого-геологической обстановки территории города, эколого-геологический мониторинг геологической среды.

Степень загрязнения грунтовых вод нами определена по оценке экологического статуса в соответствии с «Критериями оценки экологической обстановки территорий для выделения зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» разработанного рядом министерств и ведомств.

Степень дискомфорта территории оценена по критериям Б.В.Виноградова, который предложил следующий ряд «экологическая норма – экологический риск – экологический кризис – экологическое бедствие».

## **Глава 2. Изменение гидрогеологических условий на территории г. Невинномысска под влиянием процессов техногенеза.**

Гидрогеологические условия города формировались в III этапа.

*I этап (до 1962 г.)* – природный режим территории характеризовался наличием водоносного горизонта №1, приуроченного только к отложениям пойменной и I надпойменной террасы реки Кубань. На остальной территории изыскания не проводились.

*II этап (1963-75 гг.)* - строительство жилых домов и промпредприятий (шерстомоечная фабрика, азотно-туковый завод и др.) привело к появлению водоносного горизонта № 2 и № 3,

приуроченных к отложениям надпойменных террас, с высокой минерализацией подземных вод (до 8304,0 мг/дм<sup>3</sup>), обладающих сульфатной агрессивней.

Условия залегания, а именно наличие слабо фильтрующих покровных грунтов ( $K_{\text{ф}} \leq 0,01$  м/сут) над водоносным слоем и прогрессирующий подъем подземных вод, обусловили формирование на большей части территории избыточного напора под кровлей аллювиального горизонта, т.е. УПВ устанавливается на 1,0 - 6,0 м выше водовмещающего слоя. Их питание происходит за счет утечек из подземных коммуникаций и сброса хозяйственно-бытовых вод. Территория с 1979г. считается подтопляемой.

*III этап (с 1975 г. по настоящее время)* – формируются водоносные горизонты №4 и №5, на территориях застройки новых жилых микрорайонов с густой сетью коммуникаций, аварийные утечка из которых, привели к формированию этих горизонтов.

*Неблагоприятной геологической обстановке* способствуют следующие факторы:

*Минералогический состав пород* следует считать фактором сохранения химической устойчивости геологической среды. Показателем неблагоприятной геологической обстановки служит динамика химического состава подземных вод

*Химический состав подземных вод* характеризуется увеличением минерализации по глубине разрезов (на глуб. 0,6 м - 1,0-1,4 г/дм<sup>3</sup>, на 8,0 м - 20,0 г/дм<sup>3</sup>, на 12,5-13,0 м - 25,0-27,0 г/дм<sup>3</sup>). При минерализации 0,2-0,9 г/дм<sup>3</sup> грунтовые воды имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав и рН = 6,6. С увеличением минерализации ( $\geq 1,0$  г/дм<sup>3</sup>) состав изменяется на сульфатно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый, с тем же содержанием катионов. При увеличении минерализации до 8 г/дм<sup>3</sup> наблюдается рост содержания натрия и кальция. Состав становится сульфатно-гидрокарбонатным натриево-кальциевым. При увеличении минерализации до 25 г/дм<sup>3</sup> гидрокарбонат замещается хлором, состав меняется на хлоридно-сульфатный натриево-кальциевый и остается таким при минерализации 29 г/дм<sup>3</sup>

Основная масса солей в грунтовых водах галечникового горизонта появилась в результате выщелачивания коры выветривания майкопских глин, выходящих на дневную поверхность за пределами распространения покровной толщи. Атмосферные осадки, проникая

по усадочным трещинам в открытую толщу майкопа, растворяют соли и с потоком грунтовых вод выносят их в русло р. Кубани.

На территории промплощадки АО "Невинномысский АЗОТ" с 1953 г. уровень грунтовых вод поднялся на 3-3,5 м и достиг отметки 0,15 м от поверхности земли. При этом установлена большая изменчивость химического состава подземных вод. В 1969 г. вода была сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридной натриево-кальциевой, в 1990 г. стала сульфатной и сульфатно-хлоридной натриевой. Минерализация воды уменьшилась на 0,7-2,5 г/дм<sup>3</sup>, а щелочность увеличилась. Опреснение грунтовых вод произошло за счет водопотерь из коммуникаций.

Агрессивность грунтовых вод повышается в результате выщелачивания сульфатов при обводнении засоленной покровной толщи. Агрессивность воды связана также со степенью дренированности территории. Эрозионные формы рельефа снижают агрессивность воды, так как здесь имеет место промывной характер водного режима. Суглинки, супеси и трещиноватые глины элювия майкопских глин характеризуются наибольшей агрессивностью воды. Средняя степень агрессивности наблюдается в районах распространения покровной толщи, подстилаемой водоупорными глинами майкопа. Снижение сульфатной агрессивности приурочено к районам, где отсутствуют покровные суглинки и глины, а с поверхности залегает галечниковый горизонт, быстро пропускающий атмосферные осадки.

Мониторинг геологической среды проводился на объектах, хозяйственная деятельность которых создает экологическую угрозу наличием вредных и опасных токсикантов.

Степень загрязнения грунтовых вод определили *по оценке экологического статуса*: 14,4 % исследуемой территории оценивается как *зона экологического бедствия* (> 100 ПДК), на 20 % площади - как *зона чрезвычайной экологической ситуации* (10-100 ПДК), на 33,3 % площади - грунтовые воды загрязнены *выше критического уровня* (> 10 ПДК), и лишь на 32,3 % исследуемой территории загрязнение грунтовой воды не превышает предельно допустимые концентрации.

Для реабилитации территории рекомендована электрохимическая очистка грунтовых вод, основанная на применении поля постоянного электрического тока (В.А.Королев,

2002). При этой очистке загрязнители мигрируют под действием электроосмоса к аноду, в результате чего грунтовая вода очищается.

### Глава 3. Изменение инженерно-геологических условий

#### г. Невинномысска при техногенном подтоплении

При подтоплении территории г. Невинномысска *глинистые грунты покровной толщи* сохраняют высокую минерализацию. Содержание *легкорастворимых солей* составляет 1,5-2,0 %, а гипса до 5,42 % от массы породы. Содержание  $\text{CaCO}_3$  составляет 2,9 %, что отличает данные группы от лессовых толщ Предкавказья и объясняется низкой карбонатностью материнских пород (майкопских глин). Содержание *аморфного кремнезема*  $\text{SiO}_2$  в щелочных вытяжках из глин также сравнительно низкое (0,12-0,53).

По *гранулометрическому составу* глинистые грунты покровной толщи (ИГЭ-2) отличается высоким содержанием глинистой фракции: фракция менее 5 мк составляет 56,7-76,3 %, а менее 2 мк – 44,5-61,5 %. Большая часть глинистой фракции находится в агрегированном состоянии, в виде водостойких макроагрегатов. Под микроскопом при увеличении  $50\times$ - $100\times$  эти агрегаты имеют плитчатую форму, с зазубренными краями. Они унаследовали тонкую, скрытую слоистость материнской породы.

*Плотность сухого грунта (скелета)*  $\rho_d$  глин изменяется в сравнительно узком диапазоне: от 1,50 до 1,61 г/см<sup>3</sup> при среднем значении 1,55 г/см<sup>3</sup>.

*Степень водонасыщения*  $\rho_s$  оказалась близкой к 1,0 (в пределах 0,9-1,0). Этот факт можно объяснить высокой водоудерживающей (всасывающей) способностью глин, в которой вода с момента накопления породы находилась в связанном, неподвижном состоянии. Число пластичности изменяется от 21,4 до 33,8 % и в среднем составляет 26,2 %.

В связи с тем, что естественная влажность образцов глины  $W$  колеблется около значений *границы раскатывания*  $W_p$ , *показатель текучести*  $J_p$  глины близок к нулю. Основные значения этого показателя соответствуют твердому (менее 0) и полутвердому ( $J_L=0$ ,-0,25) состоянию (табл. 3).

Таблица 3

## Прочностные характеристики глины

| Характеристика                       | Значения |        |             |
|--------------------------------------|----------|--------|-------------|
|                                      | min      | max    | нормативное |
| Угол внутреннего трения, $\phi$ град | 4°30'    | 14°30' | 8           |
| Удельное сцепление С, кПа            | 47       | 81     | 50          |

Анализ компрессионных кривых позволил установить на них четкие переломы при давлении  $P = 0,1-0,2$  МПа. По мере возрастания нагрузки глина переходит от слабосжимаемого к сильносжимаемому грунту.

Для выяснения природы структурных связей в покровных глинах были проведены компрессионные испытания их в пастообразном состоянии. При этом в максимально набухшем состоянии влажность пластин соответствует границе текучести  $W_L$ , а плотность грунта в ненагруженном состоянии составляет всего  $\rho_d = 1,09-1,24$  г/см<sup>3</sup>.

Процессы набухания, усадки и просадки в результате подтопления покровной толщи приводят к снижению прочностных показателей  $\phi$  и С (табл. 4).

Таблица 4

Изменение прочностных характеристик глин  
(1965-2006 гг.)

| показатели    | год изысканий |      |      |      |
|---------------|---------------|------|------|------|
|               | 1965          | 1969 | 1978 | 2006 |
| $\phi$ , град | 16            | 16   | 15   | 8    |
| С, кПа        | 65            | 65   | 58   | 47   |

**Глава 4. Эколого-геологические условия и состояние территории г. Невинномысска и рекомендации по их оптимизации** содержит инженерно-геологическое, эколого-геологическое районирование и градоэкологическое зонирование его территории.

*Анализ причин деформаций зданий и сооружений.*

Степень устойчивости компонентов геологической среды мы характеризовали коэффициентом устойчивости, который предложили С.И. Пахомов и А. М Монюшко (1988 г) в виде:  $K_y = N_1 / N_0$ , где  $N_1$  -

показатель какого-нибудь признака грунта, испытывавшего техногенное воздействие;  $N_0$  - показатель этого же признака до техногенного воздействия. Если понижение этого качества происходит в результате увеличения показателя, то числитель и знаменатель меняются местами.

Для прогнозной оценки потенциальной просадочности лессовых грунтов в условиях изменяющейся влажности, Е.В Нариманянц (2003) использовала этот коэффициент с показателями степени влажности и пористости.

Для оценки степени устойчивости глинистых грунтов Невинномысска более обоснованным будет применение степени влажности и консистенции (табл.5). Консистенция отражает и включает показатели влажности, показывает состояние грунтов как оснований зданий. Влажность – это показатель, который присутствует во всех формулах и отражает изменение показателей свойств грунта. Эти характеристики лучше отражают прочностные и деформационные свойства глин, используются в нормативных таблицах СНиП и «Пособия по проектированию оснований зданий и сооружений» (1986).

$K_y = N_0 / N_t$ , т.к. понижение этого качества происходит в результате увеличения показателя.

Таблица 5

Показатели влажности и консистенции глин  
(до строительства, 1965-1980 гг./ через 40 лет (2006 г.)

| адрес площадки, улица | природная влажность, W % | показатель текучести, $J_L$ д.ед. | граница текучести, $W_L$ % | степень влажности, $S_r$ % |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Апанасенко            | 16,8/28                  | 0,03/0,09                         | 46,3                       | 0,87/0,96                  |
| Советская             | 21,7/29                  | 0,07/0,12                         | 42,4                       | 0,88/0,95                  |
| Энгельса              | 18,4/26,4                | 0,01/0,03                         | 42,8                       | 0,90/0,96                  |
| $K_y$                 | 0,67                     | 0,40                              | -                          | 0,91                       |

Таблица 6

Изменение сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации в естественном и замоченном состоянии глин

| год исследования | $\phi$ естест. град | $\phi$ замочен. град. | C естеств. кПа | C замочен., кПа | E естест. МПа | E замоч МПа |
|------------------|---------------------|-----------------------|----------------|-----------------|---------------|-------------|
| 1965 год         | 16                  | 8                     | 65             | 30              | 20            | 9,6         |
| 2006 год         | 8                   | 7                     | 47             | 31              | 15            | 9,5         |



В.П. Ананьев и А.Д. Потапов (2000) считают, что в глинистых грунтах главная роль принадлежит сцеплению  $C$ . По этому показателю мы рассчитали коэффициент устойчивости для глинистых грунтов и определили:

$$K_y = N_t / N_0$$

$$K_y = C_{\text{замочен.}} / C_{\text{естествен.}}$$

$$K_y = 30/65 = 0,46 - \text{для 1965 года,}$$

$$K_y = 31/47 = 0,66 - \text{для 2006 года.}$$

Таким образом, при увеличении влажности уменьшается сцепление  $C$  и снижается коэффициент устойчивости  $K_y$ . На данный момент времени (2006 год)  $K_y = 47/65 = 0,72$ , при полной потере устойчивости  $K_y$  приблизится к единице.  $K_y = 0,72$  свидетельствует о понижении прочностных и связанных с ними деформационных свойств грунтов

Территория г. Невинномысска была ранжирована нами по степени изменения показателя влажности грунтов, который зависит от уровня грунтовых вод, геоморфологии и литологии участка, состава водовмещающих пород и водоупора. Данное ранжирование территории может считаться в качестве риска подтопления и понижения прочностных и деформационных свойств глинистой толщи: 1) высокая степень (70 % территории); 2) средняя степень (15 % территории); 3) низкая степень (15 % территории).

По данным МУП «Водоканал» г. Невинномысска, 73 % аварийных порывов за 2006 год пришлось на зону с «высокой» степенью понижения физико-механических свойств грунтов. В зоне «среднего» понижения показателей - 22 %, на зону «низкого» понижения - 5 % аварийных порывов изношенных сетей. В итоге, порывы являются одной из причин повышения уровня подземных вод и понижения прочностных и деформационных свойств грунтов. Всего за 2006 год количество порывов составило 640.

Составлена схематическая синтезированная карта инженерно-геологического районирования, которая дает оценку возможности строительного освоения территории и служит основой для составления схемы эколого-геологического районирования территории.

Критерием для выделения района послужили особенности рельефа, а также факторы, влияющие на сейсмичность территории

(глубина залегания подземных вод, развитие физико-геологических процессов и явлений, наличие специфических грунтов).

На схематической карте инженерно-геологического районирования выделены: а) благоприятные территории; б) менее благоприятные территории; в) неблагоприятные территории.

*Оценки эколого-геологических условий территории г. Невинномысска* характеризуется составленной нами *схемой эколого-геологического районирования* по степени понижения прочностных и деформационных свойств грунтов, степени благоприятности для строительства, сейсмичности территории, уровня относительной дискомфортности геологической среды, категории экологического статуса. На схеме показаны: *относительно комфортные территории, территории средней дискомфортности, территории высокой дискомфортности*

### **Оценка современной экологической ситуации.**

Для поддержания экологического равновесия в урбоэкосистеме г. Невинномысска и на ее прилегающих территориях, автором предложено градэкологическое зонирование. Суть предлагаемой классификации заключается в выделении трех, относительно однородных, градэкологических зон:

*1-я зона строгих экологических санитарно-гигиенических ограничений. 2-ая зона экологически ограниченного природопользования. 3-я зона экологически регулируемого природопользования.* Для каждой зоны предложены определенные природоохранные мероприятия.

Осадка фундаментов зданий, построенных на глинах, связана с динамикой влаги в сжимаемой (активной) зоне непосредственно под подошвой фундаментов. Она может быть вызвана двумя процессами: 1) доуплотнением (усадкой) глины при подсыхании грунта в летний период) и 2) пластическими деформациями межагрегатных структурных связей (при увлажнении оснований через обратную засыпку в осенне-зимнее время. Оба механизма деформаций действуют во времени последовательно, вызывая осадку фундаментов аварийных зданий.

*Анализ нормативных документов по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации экологически опасных объектов* показал, что при строительстве на набухающих грунтах все исследователи и нормативы рекомендуют применять

максимально возможный комплекс мероприятий. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83) для надежного строительства на набухающе-усадочных грунтах рекомендует комплекс мероприятий, в том числе с упрочнением или заменой верхнего слоя грунта. Замена набухающего грунта производится местным ненабухающим грунтом, уплотняемым до заданной плотности. Рекомендуемые «Пособием» мероприятия относятся к подготовке оснований для нового строительства и направлены на борьбу в основном с набуханием, а не с усадкой грунта. Главное направление борьбы за сохранение зданий должно быть направленно на ликвидацию усадки и набухания грунта обратных засыпок котлованов.

*Рекомендации по строительству на структурно-неустойчивых глинах* г. Невинномысска сводятся к стабилизации влажности и укреплению глинистого грунта, окружающего фундаменты, следующими методами: а) устройством обратных засыпок, не реагирующих на сезонное изменение влажности; б) укреплением грунтов обратных засыпок и в активной зоне под подошвой фундаментов путем извлечения глинистого грунта из обратной засыпки и под обрезом фундамента и замены на песчаный грунт, в) укрепление бетонными буронабивными сваями, изготовленными шнековым способом или с применением пневмопробойников; г) устройство известковых свай для укрепления водонасыщенных глинистых грунтов

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты проведенных исследований сводятся к следующему:

1. Покровная глинистая толща г. Невинномысска имеет предположительно эоловый генезис. Её специфика обусловлена высокой агрегированностью литологического состава, значительным (до 2 %) содержанием легкорастворимых агрессивных реликтовых солей, а также особыми прочностными и деформационными свойствами при динамике влажности в основаниях зданий (просадка, набухание и усадка).

2. Выявлены изменения гидрогеологических условий на территории города под влиянием процессов техногенеза:

- изменился химический состав грунтовых вод, в 1969 г. вода была сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридной натриево-кальциевой, а

в 1990 году сульфатной и реже сульфатно-хлоридной натриевой;

- уменьшилась минерализация грунтовой воды на 0,7-2,5 г/дм<sup>3</sup>, а щелочность воды увеличилась;

- уровень грунтовых вод поднялся на 3-3,5 м с 1953 год.

Установлены факторы неблагоприятной геоэкологической обстановки - поток агрессивных грунтовых вод и широкое распространение покровной толщи глинистых специфических грунтов.

3. Исследована динамика инженерно-геологических условий городской территории при техногенном подтоплении. Подтопление покровной толщи приводит к снижению прочностных характеристик  $\varphi$  и  $C$ . По коэффициенту устойчивости  $K_u$ , с учетом подтопления, территория г. Невинномысска зонирована по понижению прочностных и деформационных свойств глинистой толщи. Выделены три зоны: 1) высокая степень понижения прочностных и деформационных свойств грунтов (70 % территории); 2) средняя степень понижения прочностных и деформационных свойств грунтов (15 % территории); 3) низкая степень понижения прочностных и деформационных свойств грунтов (15 % территории). Данное ранжирование территории может использоваться в качестве риска подтопления и понижения прочностных и деформационных свойств глинистой толщи.

4. Дана научная оценка эколого-геологическое состояние территории города Невинномысска на данном этапе развития его инфраструктуры:

- площадная характеристика загрязнения грунтовых вод, с оценкой экологического статуса показывает, что состояние загрязненности грунтовых вод токсикантами в целом на 14,4 % исследуемой территории оценивается как зона экологического бедствия, на 20 % - как зона чрезвычайной экологической ситуации, 33,3 % - грунтовые воды загрязнены выше критического уровня. Лишь на 32,3 % исследуемой территории загрязнение грунтовой воды не превышает предельно допустимую концентрацию

- для эколого-геологического анализа территории составлена схема эколого-геологического районирования, на которой выделены: *относительно комфортные территории; территории средней дискомфортности; территории высокой дискомфортности.*

- для поддержания экологического равновесия в

урбоэкосистеме г. Невинномысска необходимо градоэкологическое зонирование: зона строгих экологических санитарно-гигиенических ограничений; зона экологически ограниченного природопользования; зона экологически регулируемого природопользования. Данное зонирование в качестве приоритетных градостроительных факторов ставит экологические характеристики территории, ее природную целостность и значимость, предусматривает возможность формирования природно-экологического каркаса территории, как наиболее эффективной из природоохранных мер планировочного характера.

5. На основе выполненных исследований рекомендованы следующие противодеформационные мероприятия по предотвращению деформаций:

1) стабилизация влажности глинистого грунта в основаниях зданий и сооружений различными водозащитными экранами и вертикальными завесами;

2) стабилизация его структурных связей цементом, гашеной или негашеной известью.

Для реабилитации территорий, загрязненных различными экотоксикантами, рекомендуется электрохимическая очистка грунтовых вод, предложенная В.А.Королевым (2002), которая основана на применении поля постоянного электрического тока

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:**

1. Присс О.Г. Сравнительная инженерия. // Материалы научно-практической конференции «История инженерного образования в России», Невинномысск, НРГИНПО, 2001.с.33 – 35.

2. Присс О.Г. Эоловые глины г. Невинномысска // Материалы VII региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону» (соавтор Галай Б.Ф.), Ставрополь, СевКавГТУ, 2003.с.102.

3. Присс О.Г. Влияние геологического фактора на экологическую обстановку урбанизированной территории. // Материалы IV итоговой научной конференции «Региональная наука – Отечеству», Невинномысск, НГГТИ, 2003.с. 28 – 34.

4. Присс О.Г. К 10-летию выселения 1200 жильцов в г. Железноводске. // Материалы V межрегиональной научной конференции «Студенческая наука – экономике России» (соавторы

Галай Б.Б. и др.), Ставрополь, СевКавГТУ, 2005.с. 56.

5. Присс О.Г. Изменение физико-механических свойств глинистых грунтов при подтоплении урбанизированной территории (на примере г. Невинномысска). // Материалы научной конференции «Вузовская наука и приоритеты качества высшего профессионального образования», Невинномыссск, НГГТИ, 2005.с. 214 – 219.

6. Присс О.Г. Экологическая безопасность полигона ТБО города Невинномысска. // Материалы научной конференции «Вузовская наука и приоритеты качества высшего профессионального образования», Невинномыссск, НГГТИ, 2005.

7. Присс О.Г. Эколого-геохимические изменения в подземных водах при промышленном освоении территории с оценкой воздействия (для г. Невинномысска). // Материалы четвертой Международной научно-практической конференции «Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века», Москва, МИКХиС, 2006.с. 147 - 151.

8. Присс О.Г. Техногенные изменения в подземных водах крупного химического комплекса (на примере г. Невинномысска). Депонированная научная работа. ВИНТИ РАН, № 276 – В 2006. - 5с.

9. Присс О.Г. Деградация геоэкологического равновесия в г. Невинномысске под влиянием техногенеза. Депонированная научная работа. ВИНТИ РАН, № 277 – В 2006. - 5с.

10. Присс О.Г. О мониторинге жилых домов в Ставропольском крае. // Материалы X региональной научно-технической конференции «Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону» (соавторы Кузнецов Р.С. и др.), Ставрополь, СевКавГТУ, 2006. с 195 – 197.

11. Присс О.Г. Оценка техногенного воздействия на геологическую среду г. Невинномысска. // Материалы I Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука: реальность и будущее», Невинномыссск, НИЭУП, 2008. с 338 – 341.

12. Присс О.Г. Оценка эколого-геологических условий урбанизированной территории и крупного промышленного комплекса на примере г. Невинномысска./ Вестник ТГУ № 308, март, 2008. с 195 – 196.

13. Присс О.Г. Анализ нормативных документов по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации оснований зданий и сооружений и рекомендации по изысканиям и проектированию на структурно-неустойчивых эоловых глинах г. Невинномысска. // Материалы Международной научно-практической

ференции «Современное профессионально-техническое образование: достижения, проблемы, перспективы и тенденции», свинномысск, НГГТИ, 2009. с 183-187.

14. Присс О.Г. Анализ нормативных документов по ысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и оружений на структурно-неустойчивых эоловых глинах г. свинномысска. // Материалы II Международной научно-актической конференции «Молодежь и наука: реальность и дущее», в 9 томах. - Том VIII. Естественные и прикладные науки. - свинномысск: НИЭУП, 2009. с 253-254.

**Присс Ольга Григорьевна**

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ И КРУПНОГО  
ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА В Г. НЕВИННОМЫССКЕ  
(СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)**

Специальность 25.00.36 – «Геоэкология»

---

Типография Северо-Кавказского  
государственного технического университета.  
355029 г. Ставрополь. Пр. Кулакова, 2  
Объем 1 п.л. Формат А-5. Тираж 100 экз. Заказ