

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

**Р.Р. Габдуллин, А.В. Иванов**

**ПРИКЛАДНАЯ СТРАТИГРАФИЯ  
В ИНЖЕНЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ГЕОЛОГИИ**

Допущено УМО  
по классическому университетскому  
образованию в качестве учебного пособия  
для студентов и магистрантов,  
обучающихся по направлению подготовки  
020700 «Геология»



Издательство Московского университета

2013

УДК 551.7(075.8)

ББК 26.33я73

Г 12

*Печатается по решению Ученого Совета  
геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова от 22.03.2012*

Ответственный редактор:

доктор геолого-минералогических наук, профессор *А.М. Никишин*  
(МГУ имени М.В. Ломоносова)

Рецензенты:

кафедра региональной геологии и истории Земли МГУ имени М.В. Ломоносова,  
доктор геолого-минералогических наук, профессор *Е.А. Вознесенский*  
(МГУ имени М.В. Ломоносова),  
кандидат физико-математических наук, доцент *П.Ю. Степанов* (МГУ имени М.В. Ломоносова),  
доктор геолого-минералогических наук, профессор *Л.А. Анисимов*  
(Филиал ООО ЛУКОЙЛ-Инжиниринг «ВолгоградНИПИморнефть»),  
*Д.А. Ваньков* (ООО «Геонджсервис», группа компаний FUGRO)

**Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.**

Г 12 Прикладная стратиграфия в инженерной и экологической геологии: учеб. пособие / Р.Р. Габдуллин, А.В. Иванов. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 276 с.  
ISBN 978-5-211-06562-8

В учебном пособии рассматриваются основные методы прикладной стратиграфии для инженерно-геологических изысканий на примерах реальных площадок строительства в городах Москва, Саратов и районах Дагомыса, Сочи, Адлера. Для актуализации (модернизации) имеющегося фактического материала учебных центров и производственных организаций в пособии приведены новые и старые стратиграфические схемы, а также схемы «перевода старых свит в новые».

Пособие предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей геологических и географических направлений высших учебных заведений, а также специалистов-геологов.

УДК 551.7(075.8)

ББК 26.33я73

Работа выполнена при поддержке:

Федеральной целевой программы «Ведущие Научные Школы» (грант НШ-841.2008.5);  
Федеральной целевой программы «Научно-педагогические кадры инновационной России»  
(Государственный контракт № 14.740.11.0190 от 15.09.2010);  
Российского Фонда Фундаментальных исследований (гранты 08-05-00283а, 12-05-00263);  
Программы стратегического развития Саратовского государственного технического  
университета имени Ю.А. Гагарина на 2012-2016 годы, тема 2.1.6.  
«Развитие учебно-научной лаборатории инженерной геоэкологии»;  
Министерства образования и науки РФ: в рамках Государственного задания  
высшим учебным заведениям на 2012-2014 гг. – тема НИР «Исследование системы  
инженерно-геоэкологических опасностей сети городских поселений:  
закономерности развития, обеспечение устойчивого развития и предупреждение  
чрезвычайных ситуаций (на примере Среднего и Нижнего Поволжья)»

На обложке: карбонатные отложения Крыма (фото Р.Е. Бекесовой)

ISBN 978-5-211-06562-8

© Р.Р. Габдуллин, А.В. Иванов, 2013

© Издательство Московского университета, 2013

**Lomonosov Moscow State University**

**R.R. Gabdullin, A.V. Ivanov**

**APPLIED STRATIGRAPHY  
IN ENGINEERING AND ECOLOGICAL  
GEOLOGY**

Admitted by teaching-methodological  
Union of Association for Classical University  
Education as a textbook for undergraduate  
and graduate students, students educated  
in the direction of training 020 700 "Geology"



Moscow University Publishing House

2013

Universal Decimal qualifier 551.7(075.8)  
Bibliographic classification 26.33я73  
G 12

*Published by the decision of the Academic Council  
of Geological Faculty of Lomonosov Moscow State University of 03/22/2012*

Executive editor:

Doctor of geological-mineralogical sciences, professor A.M. Nikishin  
(Lomonosov Moscow State University)

Reviewers:

Department of Regional Geology and Earth's History

Lomonosov Moscow State University

Doctor of geological-mineralogical sciences, professor *E.A. Vosnesensky*  
(Lomonosov Moscow State University)

Candidate of physical-mathematical sciences, associated professor *P.Yu. Stepanov*  
(Lomonosov Moscow State University)

Doctor of geological-mineralogical sciences, professor *L.A. Anisimov*  
(Branch of LLC LUKOIL-Engineering «VolgogradNIPImorneft»)

*D.A. Van'kov* (LLC «Geoinzhservis», the group of FUGRO companies)

**Gabdullin R.R., Ivanov A.V.**

G 12 Applied stratigraphy in engineering and ecological geology: Textbook /  
R.R. Gabdullin, A.V. Ivanov. – Moscow: Moscow University Publishing House,  
2013. – 276 p.  
ISBN 978-5-211-06562-8

The tutorial discusses the main methods of applied stratigraphy for geological-engineering survey on example of real construction sites in Moscow, Saratov and areas Dagomys, Sochi, Adler. Manual contains new and old stratigraphic charts and diagrams of the "transfer of the old suites (formations) in the new ones" to update (upgrade) available data in educational centers and industrial organizations

The manual is intended for students, undergraduates, graduate students and professors of geological and geographical directions of higher education institutions, as well as specialists in geology.

Universal Decimal qualifier 551.7(075.8)  
Bibliographic classification 26.33я73

The work was supported by:

The Federal Target Program "Leading Scientific Schools" (grant NSH-841.2008.5);  
Federal Target Program "Scientific and pedagogical personnel of innovative Russia"  
(State contract № 14.740.11.0190 15/09/2010); Russian Foundation for Basic Research  
(grants 08-05-00283a, 12-05-00263); Strategic development program of Gagarin Saratov STU  
for 2012-2016, the theme 2.1.6. "The development of educational-research laboratory  
of Engineering Geoeology"; Ministry of Education and Science of Russian Federation:  
within the State task for institutions of higher education for 2012-2014 –  
scientific research topic "The study of engineering and geo-environmental hazards  
for network of urban settlements: patterns of development, support of sustainable  
development and the prevention of emergency situations  
(on the example of the Middle and Lower Volga Areas)"

ISBN 978-5-211-06562-8

© R.R. Gabdullin, A.V. Ivanov, 2013  
© Moscow University Publishing House, 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	7
<b>Введение</b> .....	8
<b>Глава 1. Методы прикладной стратиграфии в инженерной и экологической геологии</b> .....	14
1.1. Предварительные замечания .....	14
1.2. Методы расчленения и сопоставления разрезов, определение относительного возраста отложений .....	16
<b>Глава 2. Стратиграфические подразделения</b> .....	93
<b>Глава 3. Практическое применение методов стратиграфии в региональной инженерной и экологической геологии</b> .....	101
3.1. Региональная инженерная и экологическая геология территории г. Москвы .....	101
3.2. Региональная инженерная геология Северо-Западного Кавказа .....	126
3.3. Региональная инженерная и экологическая геология Саратовского Поволжья .....	166
<b>Приложения</b>	
<b>Приложение 1.</b> Характеристика разрезов по скважинам .....	202
<b>Приложение 2.</b> Результаты определения наннопланктона из скважин и обнажений в левом борту долины р. Мзымта .....	239
<b>Приложение 3.</b> Оценка физико-механических характеристик пород участка исследований на основании анализа скоростей продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) упругих волн .....	250
<b>Приложение 4.</b> Инженерно-экологическая характеристика территории г. Саратова .....	252
<i>Приложения на CD диске</i> .....	262
Список видеороликов	
Список презентаций	
Список графических электронных иллюстраций	
<b>Список литературы</b> .....	267

# CONTENTS

<b>Prolusion</b> .....	7
<b>Introduction</b> .....	8
<b>Chapter 1. Methods of applied stratigraphy in engineering and ecological geology</b> .....	14
1.1. Preliminaries.....	14
1.2. Methods of division and correlation of deposits and determination of their relative age.....	16
<b>Chapter 2. Stratigraphic units</b> .....	93
<b>Chapter 3. The practical application of the stratigraphical methods in Engineering and Environmental Geology</b> .....	101
3.1. Regional engineering geology of Moscow.....	101
3.2. Regional engineering geology of North-West Caucasus.....	126
3.3. Regional engineering and ecological geology of Volga Region.....	166
<b>Applications</b>	
<b>Application 1.</b> Characteristics sections by wells.....	202
<b>Application 2.</b> Results of the determination of nannoplankton from wells and outcrops in the left bank of the River Mzymta valley ....	239
<b>Application 3.</b> Evaluation of physical and mechanical characteristics of the rock of the area of investigation on the base of analysis of longitudinal (VP) and transverse (VS) velocities of elastic waves .....	250
<b>Application 4.</b> Engineering and ecological characteristics of the territory of Saratov .....	252
<i>Applications on the CD ROM</i> .....	262
List of videos	
List of presentations	
List of electronic graphic illustrations	
<b>Reference list</b> .....	267

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебное пособие в первую очередь предназначено для студентов и магистрантов геологических специальностей вузов, но может быть интересным широкому кругу лиц: геологам производственных организаций, молодым и уже состоявшимся специалистам, а также учащимся геологических специальностей.

По содержанию пособие представляет собой адаптированный вариант методической части курса исторической геологии, т.е. прикладную стратиграфию для инженерно-геологических изысканий. В пособии рассматриваются различные методы, которые используются при изысканиях, на примерах реальных площадок строительства в гг. Москва, Саратов, Дагомыс, Сочи, Адлер и долины р. Мзымты. Это позволяет осваивать методы прикладной стратиграфии одновременно с региональной геологией. Подробно описаны геофизические методы инженерной геологии, а также приведены данные по секвентному анализу керна, поэтому данное пособие может использоваться в курсе секвентной стратиграфии для магистрантов. В пособии приведен большой объем фактического материала с указанием адресов расположения площадок, а также ряд справочных данных, что позволяет использовать пособие на всех стадиях инженерно-геологических изысканий. Специально для актуализации (модернизации) имеющегося фактического материала учебных центров и производственных организаций в пособии приведены новые и старые стратиграфические схемы регионального межведомственного стратиграфического комитета (РМСК), а также схемы «перевода старых свит в новые». На ряде примеров дано описание скважин в единицах старой и новой стратиграфических шкал одновременно. Сделан акцент на типичных ошибках изыскателей, которые постоянно выявляются в процессе экспертизы. Региональная характеристика включает Московскую синеклизу (Москва и Подмосковье), Ульяновско-Саратовский прогиб (Саратов) и Северо-Западный Кавказ (Краснодарский край, гг. Дагомыс, Сочи, Адлер и долина реки Мзымта).

По форме пособие включает собственно книгу, подборку из 17 тематических презентаций (10 основных и 7 дополнительных) в Power Point, подборку из 45 тематических видеороликов общей длительностью около четырех часов, фотогалерею из 67 литолого-палеонтологических образцов в Power Point.

## ВВЕДЕНИЕ

Правильное понимание геологического времени и корреляции позволяет корректно оценивать эволюцию осадочных бассейнов, возраст, место и масштабы образования полезных ископаемых, в том числе углеводородного сырья – одного из главных энергоносителей современности. С другой стороны, обеспечение корректности оценки времени, места и масштабов новейших и древних геологических событий (в том числе и экзогенных: карстообразование, оледенение и др.) необходимо для инженерно-геологических исследований, сопутствующих строительству, темпы которого в России в последнее десятилетие резко возросли. Результаты многих поисково-разведочных и инженерно-геологических работ не отвечают современным стратиграфическим представлениям, несут в себе ошибки в геологическом расчленении, корреляции разрезов, что, в свою очередь, приводит к некорректным выводам, например, к неточному выделению инженерно-геологических элементов и, следовательно, неправильному заключению для проектировщиков или к бурению дорогостоящих «пустых» скважин (структуры «Хопы» и «Надежда») для нефтяников (презентация В1).

Анализ валидности инженерно-геологической документации на примере г. Москвы показывает, что, к сожалению, в последние годы стало обычной практикой: 1) расчленять разрез по свитам только для каменноугольных отложений, игнорируя требования межведомственного стратиграфического комитета (МСК); 2) искусственно упрощать разрез, например, включая во флювиогляциальные пески четвертичной системы зеленые глауконитовые морские пески нижнего мела и т.д.; 3) не привлекать ведущих специалистов для описания разрезов скважин и котлованов, что приводит к ошибочному включению: а) трансгрессивных пачек основания и регрессивных пачек кровли неверовской ( $C_3k_{nv}$ ) и воскресенской ( $C_3k_{vs}$ ) свит в состав перхуровских ( $C_3k_{pr}$ ), ратмировских ( $C_3k_{rt}$ ) и суворовских известняков ( $C_3k_{sv}$ ) кревякинского горизонта касимовского яруса (рис. 1), б) суворовских известняков верхнего отдела каменноугольной системы в состав среднего отдела каменноугольной системы московского яруса мячковского горизонта ( $C_2m$ ), в) неверовских и воскресенских глин верхнего карбона в состав юрских батволжских образований (и наоборот!) и т.д. В итоге материалы изысканий разных организаций не только по соседним, но даже по одной и той же площадке несопоставимы: мощности одних и тех же стратиграфических единиц в соседних скважинах разных лет различаются в несколько раз (рис. 2). Появляются палеодолины и карстовые воронки, которых в действительности нет, и

наоборот, уменьшается глубина и ширина реального эрозионного вреза, что сказывается на оценке карстово-суффозионной опасности.

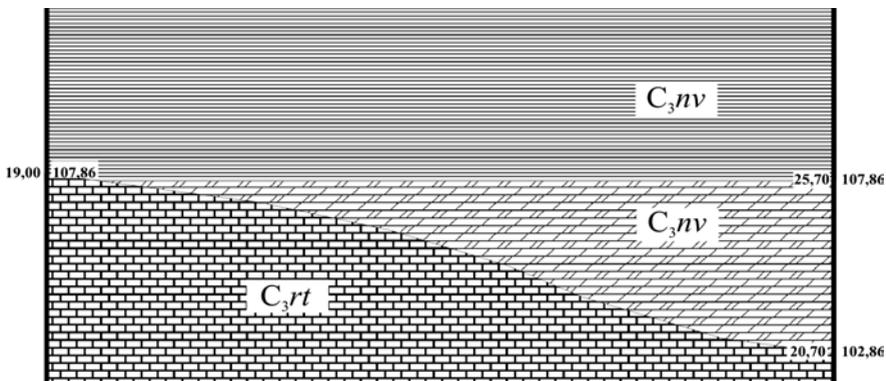


Рис. 1. Базальная, трансгрессивная пачка неверовской подсвиты не может исчезнуть, а мощности стратиграфических подразделений карбона на территории г. Москвы не могут так меняться. Ошибка вызвана включением нижней части неверовской подсвиты в состав перхуровской подсвиты на левом крае профиля. Источник: Технический отчет: Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания территории по адресу: Берсеневская наб., вл. 6. МГСУ «СЕРВИСНАУКА-2002», 2003

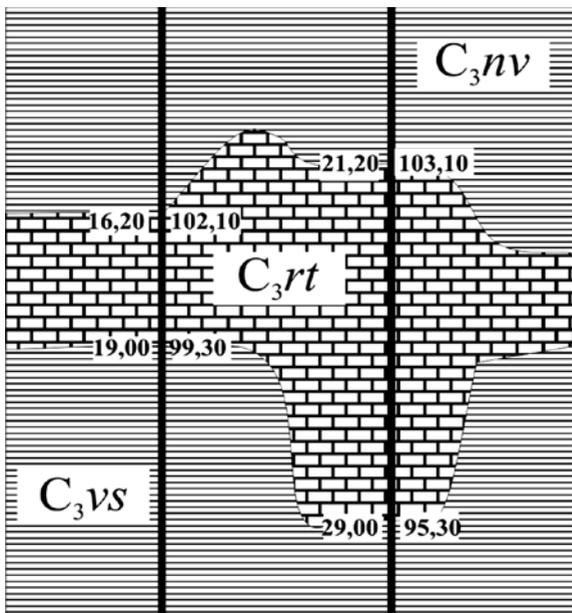


Рис. 2. Пример «нестыковки» границ соседних скважин в результате неправильного полевого описания и/или одновременного использования оригинальных и архивных скважин при построении профиля верхнекаменноугольных отложений Москвы. Источник: Технический отчет: «Инженерно-геологические изыскания для проекта автодорожки под руслом водотокового канала на участке от «стрелки» до Малего Каменного моста». ЦСГНЭО, 2004

Есть и общие проблемы, типичные для буровых работ. Это выход керна и его вид, который по рыхлым (разуплотненным) пескам, сильно трещиноватым и кавернозным известнякам, как правило, невысок, иногда не более 40-50%. Глина, напротив, может существенно вытягиваться (иногда в 2 раза). В зависимости от способа бурения и квалификации буровой бригады облик керна может меняться: массив крепких, прочных известняков может быть поднят в виде щебня без заполнителя или в муке, что ошибочно может быть проинтерпретировано как результат карста. При нарушении технологии бурения одна и та же порода или грунт могут быть подняты в разном виде даже в одной скважине (рис. 3 а). При периодическом подергивании буровым мастером коронки происходит заполнение межкернавого пространства буровым раствором, шламом, что приводит к образованию ложной цикличной толщи чередования коренной породы с тонкими глинистыми прослоями искусственного происхождения (часто встречается при бурении в каменноугольных породах г. Москвы, рис. 3 б). Такую ложную цикличность следует отличать от диагенетической цикличности, например в толще Подмосковных каменноугольных воскресенских глин (рис. 3 в) или тонкой первичной сезонной цикличности суглинков конечных морен или водно-ледниковых толщ четвертичного возраста (рис. 3 г). При бурении с промывкой слабосцементированные, рыхлые элементы просто выносятся. В случае бурения в сложных условиях (включая сверхглубокие скважины ([видеоролик В1](#)) и скважины глубоководного бурения, [видеоролики В2–В4](#)) перечисленные обстоятельства усугубляются: чем глубже скважина и дольше времени уходит на подъем керна, тем больше информации мы теряем.

Отсюда следует проблема межскважинной корреляции («прыгающие», ступенчатые границы) и другие трудности при анализе геологического строения изучаемого объекта. Неверное представление о разрезе приводит к порче буровой и строительной техники, провоцирует несчастные случаи. При аварии на скважине уходит много времени и ресурсов на анализ произошедшего (например, телеметрическое исследование, [видеоролик В5](#)) и ее восстановление. В некоторых случаях скважины не могут быть восстановлены, а оборудование извлечено на поверхность.

Например, при бурении в пределах площадки по ул. Кульнева в г. Москве произошли аварии на скважинах с порчей грунтоносов (рис. 3 д), вызванные более высоким, чем ожидалось, уровнем залегания сухих флювиогляциальных щебнисто-галечниковых грунтов московского межледниковья без заполнителя или гляциальных суглинков московского ледниковья с крупной галькой (рис. 3 е).

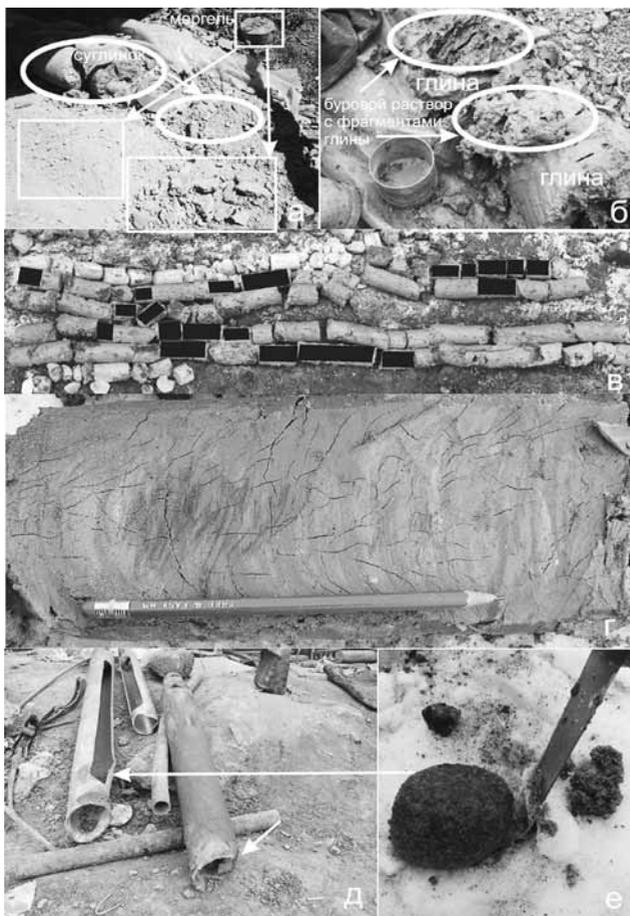


Рис. 3. Ложная (при нарушении технологии бурения) и естественная цикличность отложений в керне: А – суглинок и мергель, поднятые в разном виде из одной скважины, Б – ложная цикличная толща чередования коренной породы с тонкими глинистыми прослоями смеси шлама и бурового раствора, В – диагенетическая цикличность переслаивания доломитизированных глин и доломитов (показаны черным) с глинами воскресенской подсвиты касимовского яруса верхнего карбона ( $C_3k$  vs, ул. Кульнева, Москва), Г – тонкая первичная сезонная цикличность флювиогляциальных суглинков донского–московского межледниковья ( $fgl Q_1dn-Q_2ms$ , ул. Чертановская, Москва), Д – разбитые и деформированные грунтоносы (ул. Кульнева, Москва), Е – крупная галька гранита из гляциальных суглинков московского ледниковья ( $glQ_2ms$ , ул. Кульнева, Москва)

Установка для создания стены в грунте «CASAGRANDE» (видеоролик В6) получила значительные повреждения ковша о кварцитовидные конкреционные пласты песчаников нижнего мела на площадке на ул. Пырьева (Москва), обозначенных в материалах предыдущих изысканий как песок с конкрециями (рис. 4).



Рис. 4. Установка «CASAGRANDE» (слева) и кварцитовидные конкреционные пласты песчаников (справа)

Таким образом, необходимо четко следовать существующим стратиграфическим методам, позволяющим корректно оценить геологическое строение участка изысканий, найти явные корреляционные уровни и восстановить утраченные при бурении фрагменты разреза.

Инженерно-экологические изыскания подразумевают комплексное изучение составляющих окружающей среды с целью предотвращения и уменьшения негативных факторов и экологического обоснования строительства. Антропогенная деятельность существенно меняет облик Земли (презентация В2), зачастую создавая проблемы не только животному и растительному миру в удаленных от мегаполисов регионах, но и самому человеку, непо-

средственно в месте его обитания. Прикладная стратиграфия позволяет оценить состояние залегания грунтов или пород (коренное или смещенное), правильность выкладки керна и оптимизировать процесс опробования в ходе инженерно-экологических изысканий.

В учебном пособии приведены основные методы прикладной стратиграфии и некоторые примеры ее практического применения. При разработке данного пособия авторы ставили задачу – показать синтез различных методов полевой геологии, применяемых при инженерно-геологических изысканиях на ряде примеров региональных мелкомасштабных геологических структур.

Данное пособие не может и не должно заменить целостные фундаментальные учебные дисциплины по исторической и региональной геологии, геофизике, инженерной геологии и др., однако может рассматриваться как современное дополнение к классическим университетским курсам.

# ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ СТРАТИГРАФИИ В ИНЖЕНЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

## 1.1. Предварительные замечания

Прикладная стратиграфия подразумевает *практическое приложение методов исторической геологии*. Историческая геология изучает геологическую историю развития Земли со времени ее возникновения, устанавливает причины образования и закономерности развития литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы, дает характеристику ландшафтно-климатических и геодинамических обстановок, определяет время возникновения и исследует условия образования горных пород и связанных с ними полезных ископаемых (Хаин, Короновский, Ясаманов, 1997).

*Основные задачи исторической геологии* (Хаин, Короновский, Ясаманов, 1997):

- а) определение возраста горных пород и последовательности их образования;
- б) восстановление физико-географических (ландшафтно-климатических) условий земной поверхности геологического прошлого;
- в) восстановление истории вулканизма, плутонизма и метаморфизма;
- г) восстановление истории тектонических движений;
- д) установление закономерностей развития структуры земной коры.

*Основными историко-геологическими документами*, по которым реконструируется эволюция региона, являются не *горные породы*, а *геологические тела* с содержащимися в них органическими остатками или без таковых (презентации Г1, Д1, 2).

*Стратиграфия* изучает первичные пространственные и временные соотношения горных пород, являясь важнейшим разделом исторической геологии. Стратиграфическими методами определяется возраст и сопоставляются (коррелируются) разрезы, по заключенным в них органическим остаткам. Это производится в рамках наиболее традиционной ветви стратиграфии – *биостратиграфии*. К настоящему времени приобрели самостоятельное и существенное значение другие разделы стратиграфии, использующие физические методы, например *магнитостратиграфия*, *секвентная стратиграфия*, *сейсмостратиграфия* (Историческая геология, 1985). Также в последнее время возникли и обособились *событийная стратиграфия* и *экостратиграфия*.

В 1669 г. датский естествоиспытатель Нильс Стенсен, известный в научных кругах под именем Николая Стенона, сформулировал два основных принципа стратиграфии:

1) при ненарушенном залегании нижележащий слой древнее вышележащего;

2) каждый слой протягивается на неопределенное расстояние и может быть прослежен до первого препятствия.

Таким образом, первый принцип лежит в основе определения возраста слоев разреза, а второй – в основе сопоставления разрезов.

Существуют следующие критерии *геологической периодизации и выделения стратиграфических единиц*:

1) этапность в ходе эволюции органического мира;

2) периодическая изменчивость процессов осадконакопления и денудации;

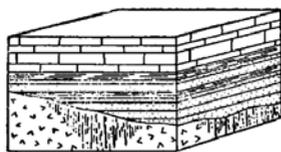
3) палеогеографические критерии (изменение ландшафтно-климатических условий);

4) степень активности и характер проявления магматической деятельности и процессов метаморфизма;

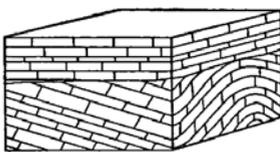
5) проявление крупных тектонических движений и деформаций.

Таким образом, любое *стратиграфическое подразделение* должно отвечать определенному этапу развития Земли или ее региона.

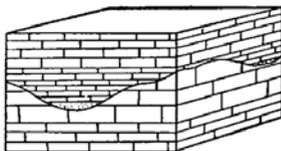
*Границы между стратиграфическими единицами* могут быть *двух типов*: *согласные* (если стратиграфическая последовательность не нарушена) и *несогласные* (если последовательность нарушена, отсутствуют отложения какого-то времени). *Согласные* границы на колонках и разрезах обычно рисуются ровной линией, а *несогласные* – волнистой. Разные виды несогласий приведены на рис. 1.1.



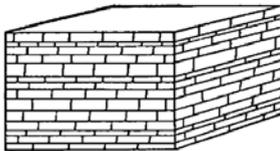
Несогласное перекрытие  
(Nonconformity)



Угловое несогласие  
(Angular unconformity)



Параллельное несогласие  
(Disconformity)



Скрытое несогласие  
(Paraconformity)

Рис. 1.1. Виды несогласий (Данбар, Роджерс, 1962)

## Вопросы для самоконтроля

- 1.1.1. Дайте определение прикладной стратиграфии.
- 1.1.2. Дайте определение исторической геологии.
- 1.1.3. Перечислите задачи исторической геологии.
- 1.1.4. Чем представлены основные историко-геологические документы?
- 1.1.5. Дайте определение стратиграфии.
- 1.1.6. Перечислите два основных принципа стратиграфии.
- 1.1.7. Сформулируйте критерии геологической периодизации и выделения стратиграфических единиц.
- 1.1.8. Какими бывают границы между стратиграфическими единицами?

## 1.2. Методы расчленения и сопоставления разрезов, определение относительного возраста отложений

Одной из главных задач стратиграфии является расчленение толщ в обнажении или скважине на интервалы, что осуществляется различными способами и по различным признакам. При этом стремятся выделить естественные части в разрезе таким образом, чтобы они узнавались и другими исследователями. Выделенные в обнажении (скважине) слои объединяются в пачки, толщи. В дальнейшем слои, пачки, толщи одного обнажения (скважины) сравнивают с таковыми другого обнажения (скважины) и устанавливают *корреляционные* уровни. Для решения поставленной задачи используются методы стратиграфии: *палеонтологические (биостратиграфические), литологические, геофизические, основные* методы, а также *ритмо(цикло)стратиграфия* и *климатостратиграфия*. Для позднего докембрия и фанерозоя ведущими являются *палеонтологические методы* (Историческая геология, 1985).

**Литологические методы** расчленения отложений – выделение интервалов разреза (слоев или групп слоев), отличающихся от подстилающих и перекрывающих интервалов по цвету, вещественному составу, текстуре, включениям и другим литологическим особенностям. Затем в разрезе устанавливают наиболее заметные, отличные от других слои и пачки (Историческая геология, 1985).

**Пример 1.** Рассмотрим геологическое строение площадки инженерно-геологических изысканий по адресу: г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А по состоянию на февраль 2008 г. (рис. 1.2.1<sup>1</sup>). Под *техногенными* отложениями ( $tQ_{IV}$ ) стратиграфически сверху вниз залегают: *покровные* глины

---

<sup>1</sup> Для удобства на геологических разрезах часто для индексации возраста используют арабские цифры вместо римских (индексы получаются короче и легче воспринимаются), поэтому на многих разрезах здесь и далее использован такой подход.

( $prQ_{II-IV}$ ), ледниковые суглинки и супеси, местами – глины *московского оледенения* ( $glQ_{II}ms$ ), пески, местами – суглинки *московско-донского межледниковья*<sup>1</sup> ( $fglQ_{I-II}dn-ms$ ), пески *воробинской свиты нижнего мела* ( $K_1vrh$ ). Нижнемеловые морские пески содержат глауконит, чем четко отличаются от лежащих выше континентальных флювиогляциальных. В левой части профиля пески разделяются толщиной флювиогляциальных суглинков.

**Пример 2.** Рассмотрим геологическое строение площадки инженерно-геологических изысканий по адресу: г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6 по состоянию на сентябрь 2008 г. (рис. 1.2.2-1.2.5). В геологическом строении до глубины 35,0 м принимают участие: *голоценовый техногенный слой* ( $tQ_{IV}$ ), *верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения* ( $a_2Q_{III}mnpv$ ), *среднеплейстоценовые – ледниковые* ( $gQ_{II}ms$ ) и *водно-ледниковый нижне-среднеплейстоценовый* ( $flgQ_{I-II}dn-ms$ ) комплекс, *верхнеюрские* ( $J_3$ ) и *верхнекаменноугольные* ( $C_3$ ) отложения.

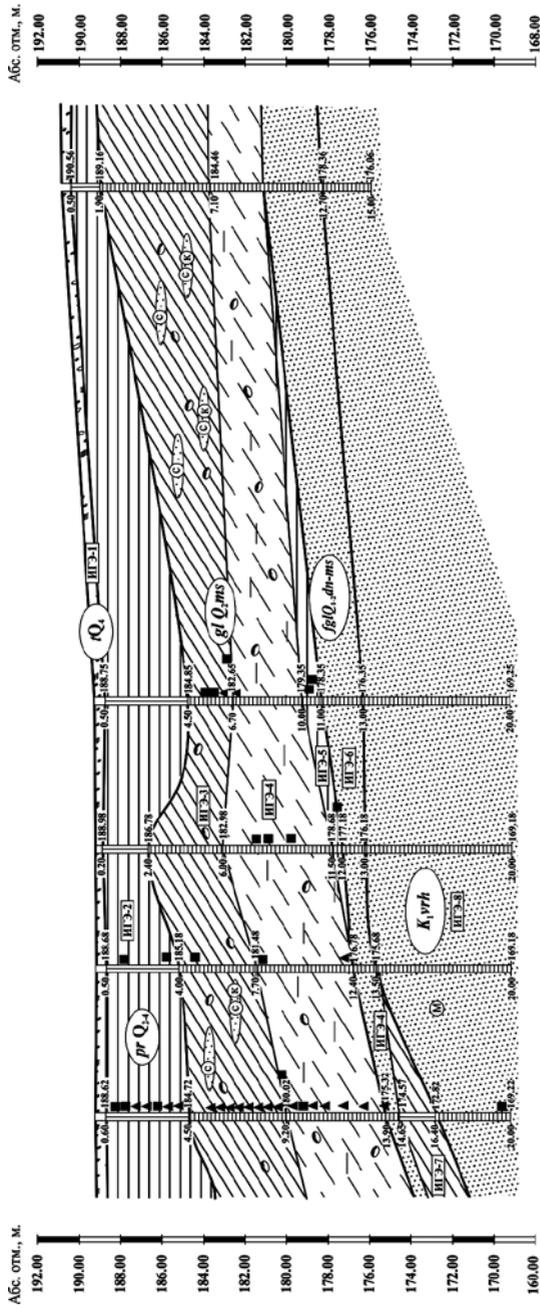
Представляется важным правильно оценить глубину аллювиального вреза (скв. 1, левый край профиля на рис. 1.2.2), не перепутав аллювиальные пески и супеси скважины 1 с флювиогляциальными в скважине 2 (центр), т.к. западная половина площадки строительства располагается в речном врезе, а восточная – в скальных (коренных) породах.

*Верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения* ( $a_2Q_{III}mnpv$ ) второй (мневниковской) надпойменной террасы представляют собой песчаную толщу, сложенную в верхней части песками мелкими, в средней – средней крупности, а в нижней – крупными серых, бурых, жёлтых и коричневых оттенков, с гравием и галькой до 10%, местами ожелезненными, глинистыми мало-влажными до водонасыщенных, средней плотности с прослойками или слоями (мощностью первые метры) супесей пластичных рыжих, серых, бурых. В пределах площадки инженерно-геологических изысканий аллювиальные отложения выполняют врез в ее западной части в юрские отложения до глубины 17,85 м от поверхности (скв. 10, рис. 1.2.3), а в северной – в ледниковые отложения до глубины 17,5 м от поверхности (скв. 1).

*Нижний-средний плейстоцен нерасчлененный. Водно-ледниковые (флювиогляциальные межморенные – flgQ<sub>I-II</sub>dn-ms)* отложения вскрыты большинством скважин (кроме 1, 9, 10, 13) под суглинками московской морены (в восточной части площадки) или под аллювиальными песками (в западной части площадки) и представлены песчаной толщей. Пески в верхней части

---

<sup>1</sup> Донское ледниковье в геологических отчетах может иметь индексацию  $Q_1dn$ ,  $Q_1dn$ ,  $Q_1d$  или  $Q_1d$ . Разночтения возникают по всей индексации стратиграфических единиц.



Номер скважины	3	5	6	1	28-1/471
Абсолют. отм. устья скважины, м	189.22	189.18	189.18	189.25	191.06
Расстояние между скважинами, м	19	14.75	19	67.5	

Рис. 1.2.1. Инженерно-геологический разрез четвертичных и нижнемеловых отложений на площадке строительства (г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А, февраль 2008 г.).

разреза пылеватые, ниже – мелкие, затем – средние, в основании – крупные бурые, серые, рыжие, красно-зеленые, желтовато-коричневые, желтовато-серые, слоистые, слюдястые, ожелезнённые, маловлажные (верхняя часть разреза) до водонасыщенных (нижняя часть разреза), средней плотности, с гравием и галькой до (5-10%). Встречаются тонкие прослои серых тугопластичных суглинков и слои пластичных супесей зеленовато-серых с растительным детритом (мощностью около метра). Мощность флювиогляциальных отложений меняется от 0 м (западная часть площадки, скв. 9, 10, 13) до

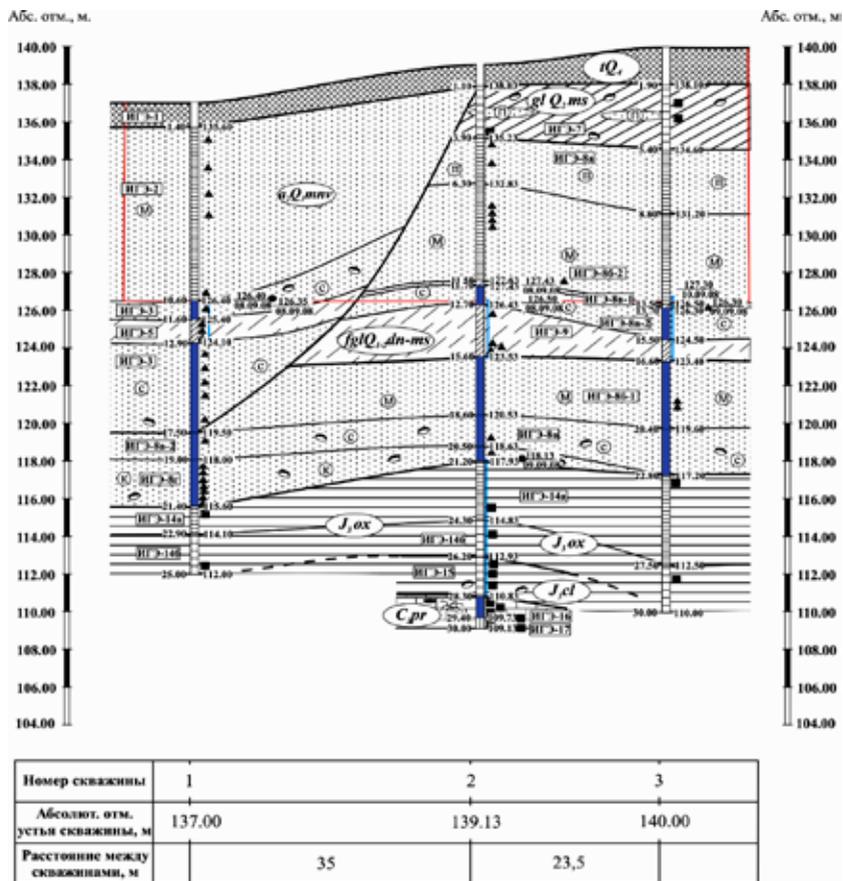


Рис. 1.2.2. Инженерно-геологический разрез четвертичных, юрских и каменноугольных отложений на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6, сентябрь 2008 г.). Прямоугольным врезом показан контур котлована

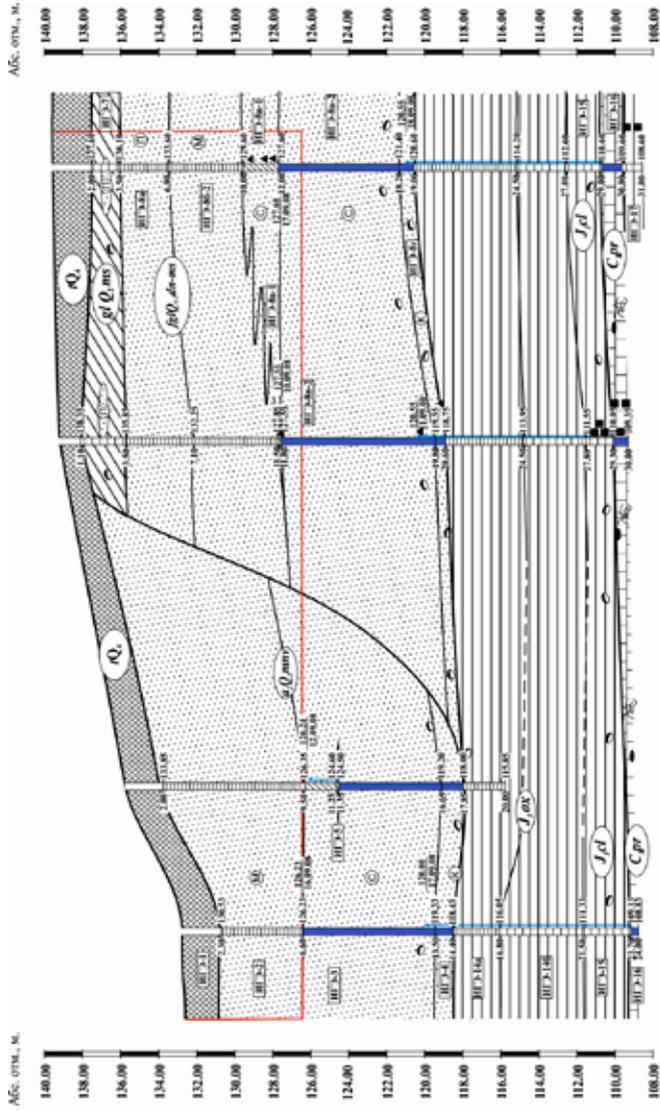


Рис. 1.2-3. Инженерно-геологический разрез (по скважинам 9, 10, 11, 12) четвертичных, гюрских и каменноугольных отложений на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6, сентябрь 2008 г.). Прямоугольным взрезом показан контур котлована

17,4 м (скв. 3). Кровля этих отложений вскрыта на отметках от 132,60 (скв. 1) до 147,00 м (скв. 14). Подошва песков находится на абсолютных отметках 118,0-120,0 м.

На рис. 1.2.2, 1.2.4 видно, что аллювиальный врез не достиг кровли юрских отложений, в то время как в другом сечении (на рис. 1.2.3) – аллювий реки Москвы лежит на юрских глинах. Еще в одном сечении, в другой части площадки инженерно-геологических изысканий аллювиального вреза вообще не видно (рис. 1.2.5). Врез средней глубины показан на рис. 1.2.4, максимальный – на рис. 1.2.3, а минимальный – на рис. 1.2.2.

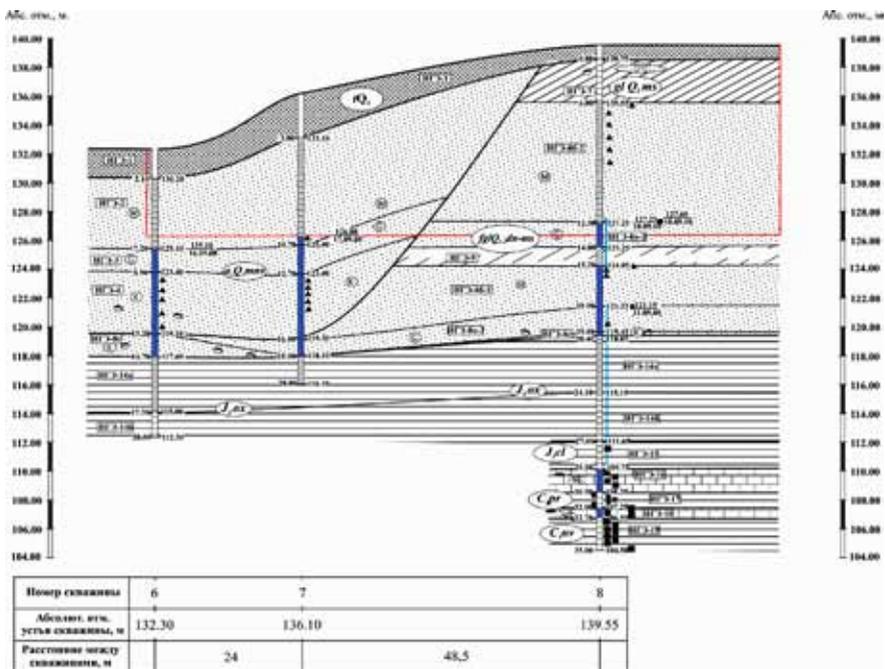


Рис. 1.2.4. Инженерно-геологический разрез (по скважинам 6, 7, 8) четвертичных, юрских и каменноугольных отложений на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6, сентябрь 2008 г.). Прямоугольным врезом показан контур котлована

Также представляется важным отличать фациальную изменчивость осадков, например флювиогляциальных песков (рис. 1.2.5, между скважинами 8 и 11), от границы речного вреза, разделяющего пески разной крупности (зернистости) и разного генезиса (например, аллювиального и флювиогляциального).

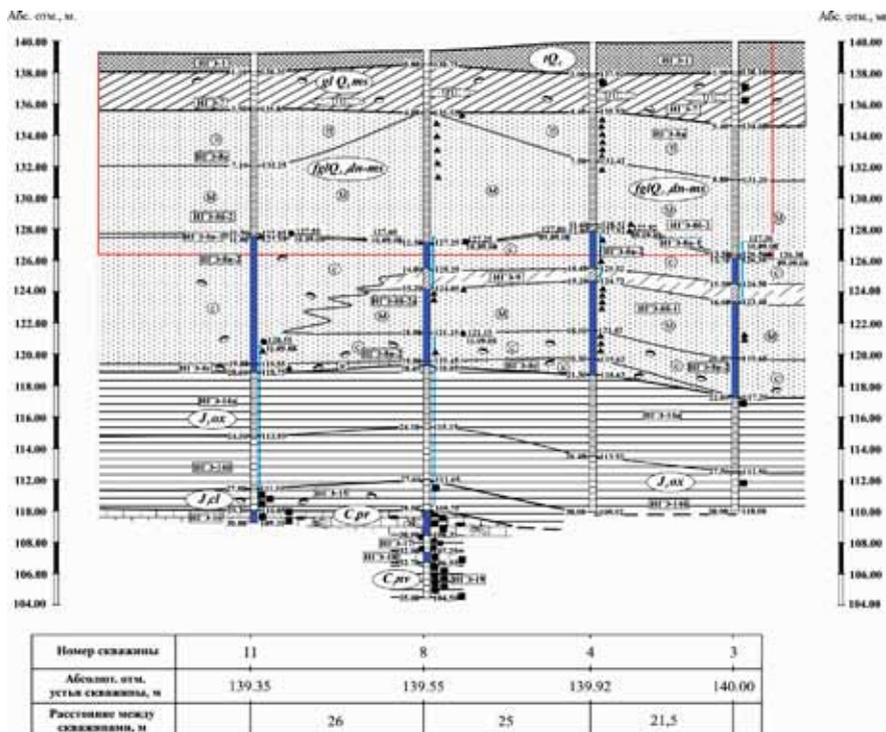


Рис. 1.2.5. Инженерно-геологический разрез (по скважинам 11, 8, 4, 3) четвертичных, юрских и каменноугольных отложений на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6, сентябрь 2008 г.). Прямоугольным врезом показан контур котлована

К литологическим методам относятся *минералого-петрографические*, когда слои и пачки сравнивают по минералогическим ассоциациям, степени диагенеза и метаморфизма. Применяются они на ограниченной площади, где действовали одинаковые геологические процессы. Сугубо местные стратиграфические подразделения, выделяемые в разрезе этими методами, называются *литостратиграфическими* и именуются: *слой, пачка, толща* (согласно стратиграфическому кодексу). Использование этих методов при сопоставлении разрезов предполагает, что толщи примерно одного состава, залегающие в разных разрезах в одной и той же стратиграфической последовательности, считаются одновозрастными. Методы используются для *расчленения* и *корреляции* разрезов.

## Вопросы для самоконтроля

- 1.2.1. Перечислите методы стратиграфии.
- 1.2.2. Дайте определение литологическим методам
- 1.2.3. Чем морские пески отличаются от континентальных флювиогляциальных?
- 1.2.4. Чем аллювиальные пески отличаются от флювиогляциальных?
- 1.2.5. Как может меняться аллювиальный (речной) врез в пределах площадки инженерно-геологических изысканий?
- 1.2.6. Дайте определение литолого-минералогическим методам.

**Геофизические методы** близки к литологическим и основаны на сравнении пород по их физическим свойствам. Они применяются для корреляции разрезов между собой и *опорным разрезом*, возраст отложений которого определен другими методами (Историческая геология, 1985). Существует множество геофизических методов исследований, которые подробно описаны (Геофизика, 2007; [видеоролики 1.2.1-1.2.4](#)). Остановимся лишь на некоторых, наиболее часто применяемых в инженерной и экологической геологии.

Среди **методов электроразведки** рассмотрим в качестве примера электромагнитные зондирования.

*Вертикальное электрическое зондирование* (ВЭЗ) проводится для уточнения геологического разреза в местах, где бурение скважин оказалось невозможным (1), и корреляции между скважинами (2). Например, проведение работ в г. Москве осложняется несколькими факторами. Во-первых, плотной застройкой площадок и наличием подземных коммуникаций. Во-вторых, производством строительных или промышленных работ в непосредственной близости, вызывающих сильные электрические помехи. В-третьих, сложностью геологического разреза, ограничивающей возможности электроразведки из-за наличия маломощных слоев и пород, различных по литологическому составу, но имеющих сопоставимые значения удельных электрических сопротивлений.

На площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, д. 61, корп. 2; д. 65) в сентябре 2008 г. были проведены геофизические работы по двум профилям: профилю 3 вдоль домов 61 и 63 и профилю 4 между домами 63 и 65. Работы проведены методом ВЭЗ с величиной разносов питающей линии до 125 м, что обеспечивало глубину исследований до 40 м. Было выполнено 7 зондирований.

На геоэлектрических разрезах (рис. 1.2.6, 1.2.7) сверху прослеживаются грунты с удельными электросопротивлениями (УЭС) 100-200 Омм, мощностью до 2 м. Это – техногенные образования. Ниже выделяется слой с УЭС

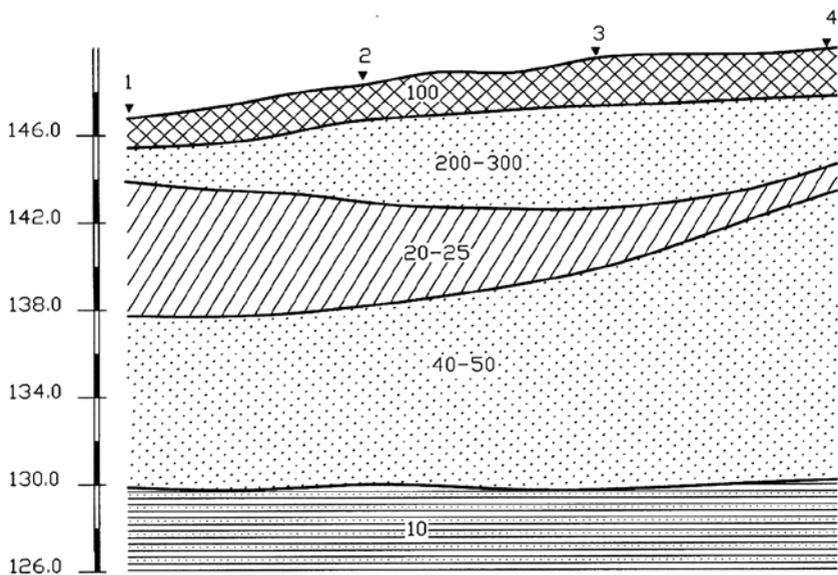


Рис. 1.2.6. Геоэлектрический разрез 1 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, д. 61, корп. 2; д. 65, корп. 2, сентябрь 2008 г.). Слева показана шкала высотных отметок (альтитуд)

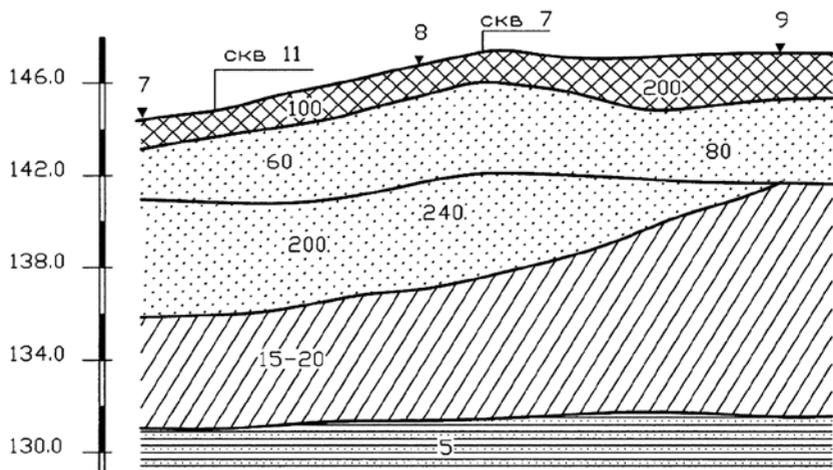


Рис. 1.2.7. Геоэлектрический разрез 2 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, д. 61, корп. 2; д. 65, корп. 2, сентябрь 2008 г.). Слева показана шкала высотных отметок (альтитуд)

200-300 Омм на рис. 1.2.6 и от 60 до 240 Омм на рис. 1.2.7. Это – пески, причем на профиле на рис. 1.2.7 они представлены различными фракциями. Мощность этой аллювиальной толщи на геоэлектрических разрезах составляет 2-8 м. Ниже аллювиальных песков выделяются грунты с УЭС 15-25 Омм мощностью 2-10 м. Это – гляциальные суглинки. На геоэлектрическом разрезе на рис. 1.2.6 ниже моренных суглинков выделяется слой, характеризующийся УЭС 40-50 Омм и мощностью 8-12 м. Это – флювиогляциальные пески. В основании изученного разреза лежат породы с УЭС 5-10 Омм. Это – юрские глины. По данным бурения, в интервале абсолютных отметок 122-132 м вскрыты опесчаненные глины, ниже которых лежат глины без терригенной примеси. По данным электроразведки, опесчаненные глины и глины выделяются одним горизонтом, поскольку характеризуются сопоставимыми УЭС.

Типичный инженерно-геологический разрез этой площадки изысканий приведен на рис. 1.2.8. В геологическом строении до глубины 40,2 м принимают участие *верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения* ( $a_2 Q_{III} mnv$ ),

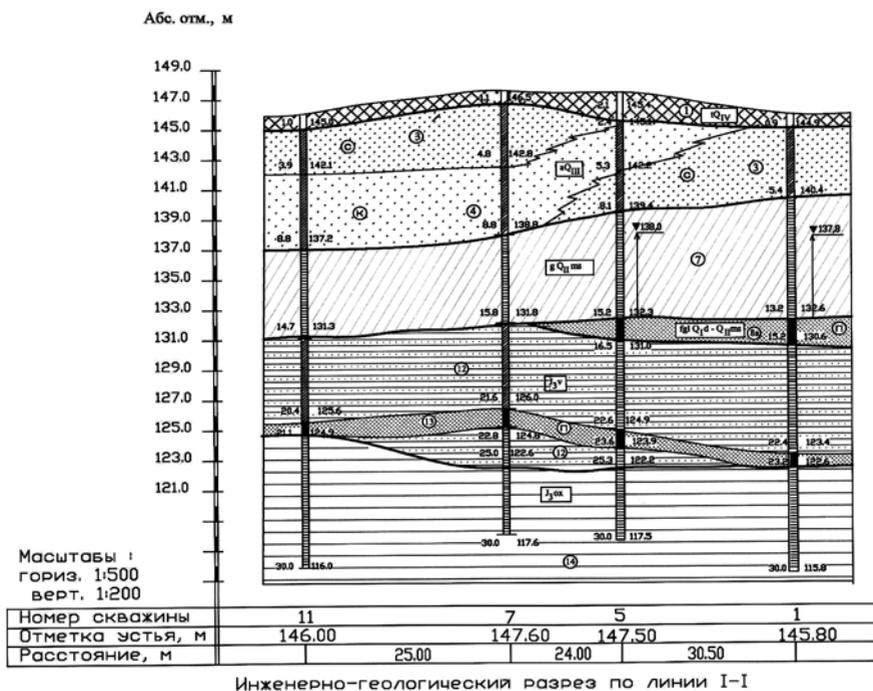


Рис. 1.2.8. Инженерно-геологический разрез на площадке (г. Москва, ЗАО, ул. Авиационная, д. 61, корп. 2; д. 65, корп. 2, сентябрь 2008 г.)

*среднеплейстоценовые – ледниковые ( $gQ_{IIms}$ ) образования московского оледенения, водно-ледниковый нижне-среднеплейстоценовый ( $flgQ_{I}dn-Q_{IIms}$ ) комплекс, нижнеплейстоценовые ледниковые ( $gQ_{I}dn$ ) отложения донского оледенения, которые залегают на верхнеюрских ( $J_3$ ) породах. Сверху сформирован голоценовый техногенный слой ( $tQ_{IV}$ ).*

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1.2.7. Для чего проводится вертикальное электрическое зондирование?
- 1.2.8. Какие факторы влияют на процесс и результаты вертикального электрического зондирования?
- 1.2.9. Приведите примеры литологических разностей, характеризующихся низкими и высокими значениями удельного электросопротивления, т.е. «низкооммных» и «высокооммных» слоев.
- 1.2.10. Какие породы (грунты) характеризуются сопоставимыми (похожими) УЭС?

Среди методов **малоглубинной (инженерной) сейсморазведки** рассмотрим *метод преломленных волн (МПВ)*. Основные задачи метода – это определение формы и глубины залегания поверхности коренных пород под рыхлыми отложениями и оценка карстово-суффозионной опасности. Примеры сравнительно более глубоких сейсмических исследований приведены на [видео роликах 1.2.5-1.2.8](#).

*Сейсмическое профилирование в методике корреляционного метода преломленных волн (КМПВ)* на продольных и поперечных волнах проводится с поверхности и служит для определения упругих параметров в рыхлых отложениях, слагающих верхнюю часть разреза. На площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда) в июле 2008 года было выполнено профилирование в объеме 10 точек физических наблюдений (ф.т.). Сейсмопрофилирование выполнено корреляционным методом КМПВ. Система наблюдений – 5-точечная. Параметры расстановки: количество сейсмоприемников (СП) – 24, шаг между СП – 2 м, длина расстановки – 46 м. Для уверенного выделения продольных и поперечных волн использовались сейсмоприемники двух видов: вертикальные и горизонтальные. В качестве примера приведена сейсмограмма, полученная при сейсмопрофилировании (рис. 1.2.9). При интерпретации сейсмических данных были установлены скоростные параметры в самой верхней части разреза (рис. 1.2.10). Выделено два типа рыхлых отложений: пески выше уровня грунтовых вод и обводненные пески.

*Метод отраженных волн (МОВ)* предполагает измерение времени пробега сигналов, отраженных от существующих в земле границ между средами с различными акустическими жесткостями. Чаще всего исследования с помощью отраженных волн проводятся в осадочных толщах, сложенных слабонаклоненными пластами пород. В таких случаях скорость распространения волн меняется в гораздо большей степени по глубине (вследствие различий в физических свойствах отдельных слоев), чем по горизонтали (из-за радиальных замещений внутри одного и того же слоя).

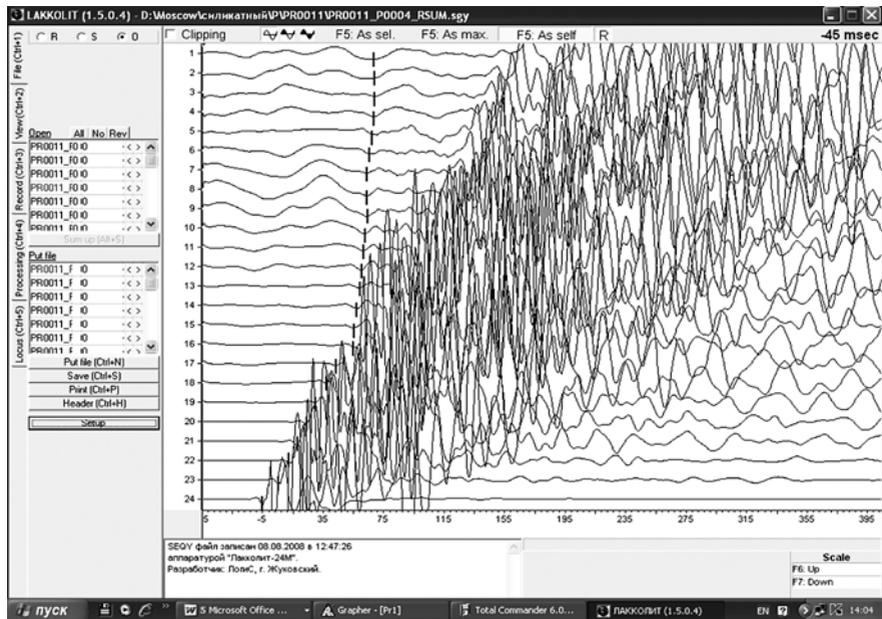


Рис. 1.2.9. Сейсмограмма, полученная при сейсмическом профилировании на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда, июль 2008 г.)

В настоящее время доминирует *метод общей глубинной точки (МОГТ)*, или *многократных перекрытий*. В методе общей глубинной точки источник и приемник разносят вдоль профиля симметрично относительно некоторой фиксированной на профиле точки (Гайнанов, 2006).

*Межскважинное сейсмоакустическое просвечивание (томография)*. Для определения свойств грунтов в условиях естественного залегания путем определения скоростей продольных и поперечных сейсмических волн,

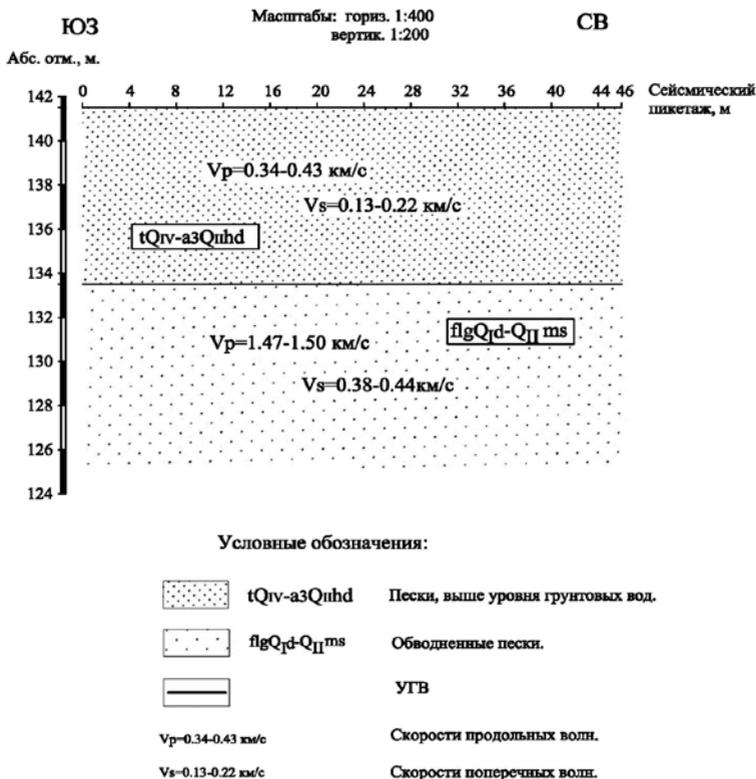


Рис. 1.2.10. Скоростное строение верхней части разреза (по результатам сейсмического профилирования) (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда, июль 2008 г.)

выявления участков возможного проявления карста, в случае, когда размеры карстовых полостей превышают несколько метров и межскважинной корреляции разрезов выполняются геофизические исследования в скважинах с применением метода многоточечного сейсмического просвечивания (томографии). Определяются времена распространения прямых продольных волн между источником (пунктом возбуждения упругих колебаний – ПВ) и расположенными в другой скважине сейсмоприёмниками. При известных расстояниях между пунктами возбуждения и приёма возможно определить скорости распространения продольных волн  $V_p$  в различных пластах (по горизонтальным лучам), а также восстановить поля скоростей  $V_p$  в целиках (в вертикальной плоскости) с использованием алгоритмов сейсмической томографии.

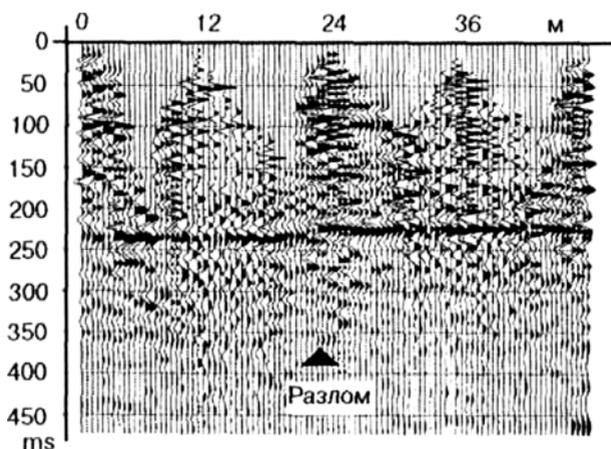


Рис. 1.2.11. Временной разрез МОВ на поперечных волнах (район станции метро «Беговая», г. Москва). Горизонтальная площадка – отражение от поверхности известняков (Гайнанов, 2006)

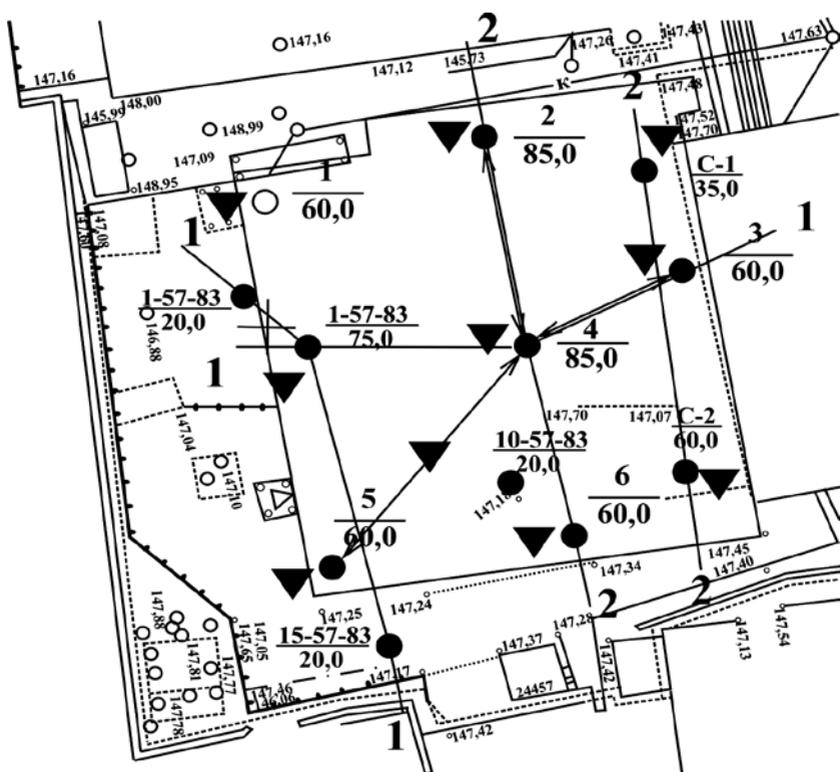
На строительной площадке (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9) в ноябре 2008 г. было выполнено сейсмическое просвечивание четырех целиков между скважиной № 4 и скважинами 2, 3, 5, 6 (рис. 1.2.12) в интервале глубин от 33 до 80 м, соответствующем абсолютным отметкам от 67 до 114 м (табл. 1.2.1). Всего отработано 68 физических точек. При измерениях использован комплект сейсмической аппаратуры, включающий цифровую сейсмическую станцию «Лакколит 24-М1» и гидроизолированную 12-канальную скважинную сейсмическую косу производства Уфимского филиала фирмы ОУО (Япония).

Геофизические исследования в скважинах выполнялись методом сейсмического просвечивания (томографии). Сейсмическое просвечивание осу-

Таблица 1.2.1

Расположение источников и приемников при проведении сейсмического просвечивания

Целик	Расположение источников				Расположение приемников				Кол-во физ. точек
	сква.	интервал (абс. отм.)		шаг, м	сква.	интервал (абс. отм.)		шаг, м	
		1-я расстановка	2-я расстановка			1-я расстановка	2-я расстановка		
2-4	4	67-103	83-107	2-4	2	68-90	86-108	2	18
3-4	4	77-109	77-109	4	3	91-113	92-114	2	18
4-5	5	87-111	87-111	4	4	67-89	87-109	2	14
6-4	4	77-109	77-109	4	6	91-113	92-114	2	18



**Условные обозначения**

- |                          |  |                    |   |
|--------------------------|--|--------------------|---|
| ○ $\frac{1}{60,0}$       | Проектируемые скважины ООО "ЦГИ"                 | □                  | Контур проектируемого сооружения                                |
| ● $\frac{1-57-83}{75,0}$ | Архивные скважины инженерно-геологических разрез | ● $\frac{1}{60,0}$ | Скважины, пробуренные ООО "ЦГИ" (по состоянию на 07.11.2008 г.) |
| 1—1                      | Линии характерных инженерно-геологических разрез | 1—1                | Линии инженерно-геологических разрез                            |
| ▼                        | Точки статического зондирования                  |                    |   |
| ↔                        | Линии сейсмологических разрез                    |                    |   |

Рис. 1.2.12. Схема строительной площадки (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9)

ществляется между двумя скважинами и позволяет получить разрез в изолиниях  $V_p$  в вертикальной плоскости. По результирующему разрезу можно судить об общем строении толщи, а также выявлять неоднородности в изучаемых слоях. Этим методом можно выявить и карстовые полости, если их размеры превышают несколько метров. Подбор параметров возбуждения и реги-

страции сейсмических сигналов выполнялся в процессе полевых измерений. Изменение уровня принимаемых сигналов (при идентичных параметрах возбуждения) связано с изменением условий прохождения упругих волн в горных породах различного литологического состава и степени нарушенности. Получен материал хорошего качества, пример характерных сейсмограмм для одной пары скважин приведен на рис. 1.2.13. Результаты сейсмического просвечивания по линиям скважин 2–4–6 и 5–4–3 представлены соответственно на рис. 1.2.14 и 1.2.15.

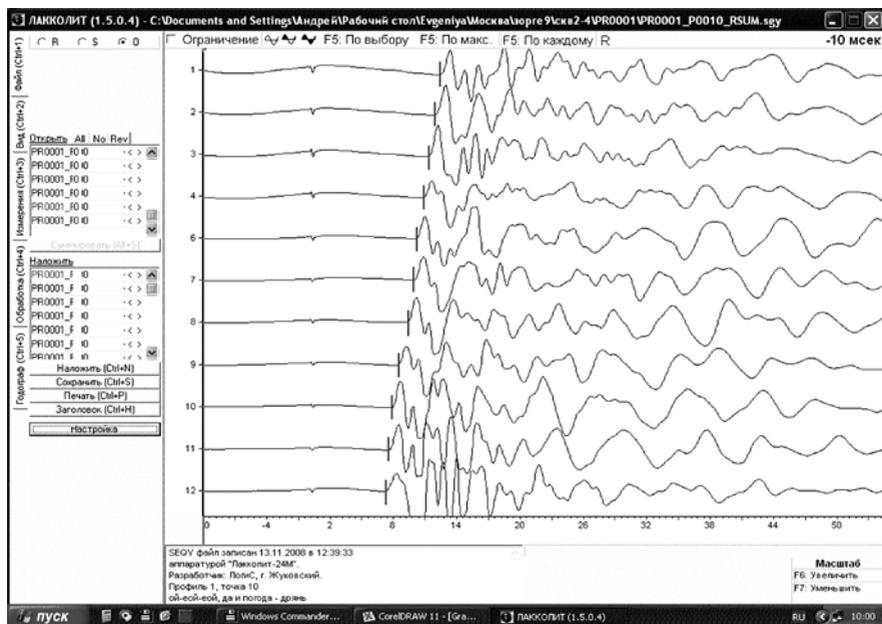


Рис. 1.2.13. Пример сейсмограммы, полученной при сейсмическом просвечивании целика между скважинами 2 и 4 на строительной площадке (г. Москва, ЗАО, ул. Зорге, вл. 9)

Полученные разрезы характеризуются отсутствием выраженной горизонтальной слоистости, а также наличием большого числа низкоскоростных аномалий в глубокой части целика.

Верхнюю часть исследуемого интервала составляют верхнеюрские глины, характеризующиеся скоростями продольных волн от 1,3 до 1,6 км/с. Их подстилают водонасыщенные пески, значения скорости продольных волн в которых составляют 1,5-1,7 км/с. Ниже залегают среднеюрские глины с прослоями алевроитов и включениями рыхловатых обломков известняка ( $V_p = 1,8-2,2$  км/с).

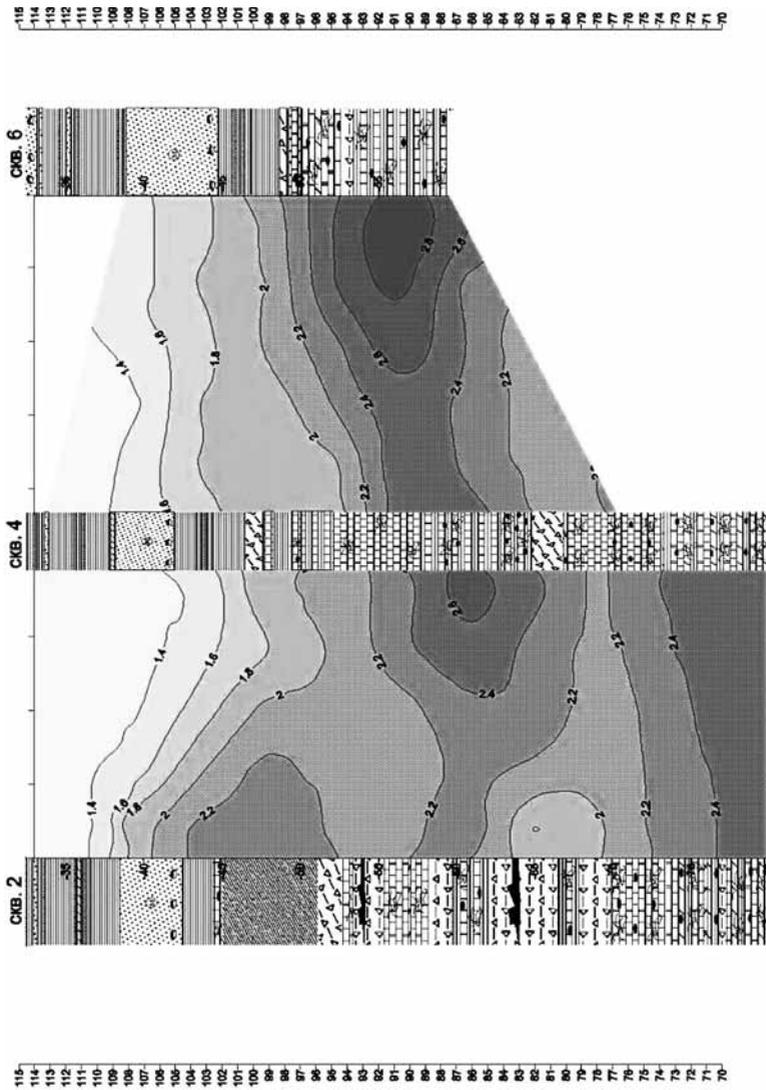


Рис. 1.2.14. Разрез целика между скважинами 2, 4, 6 в изолиниях скоростей продольных волн на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9).  
Масштаб 1:200

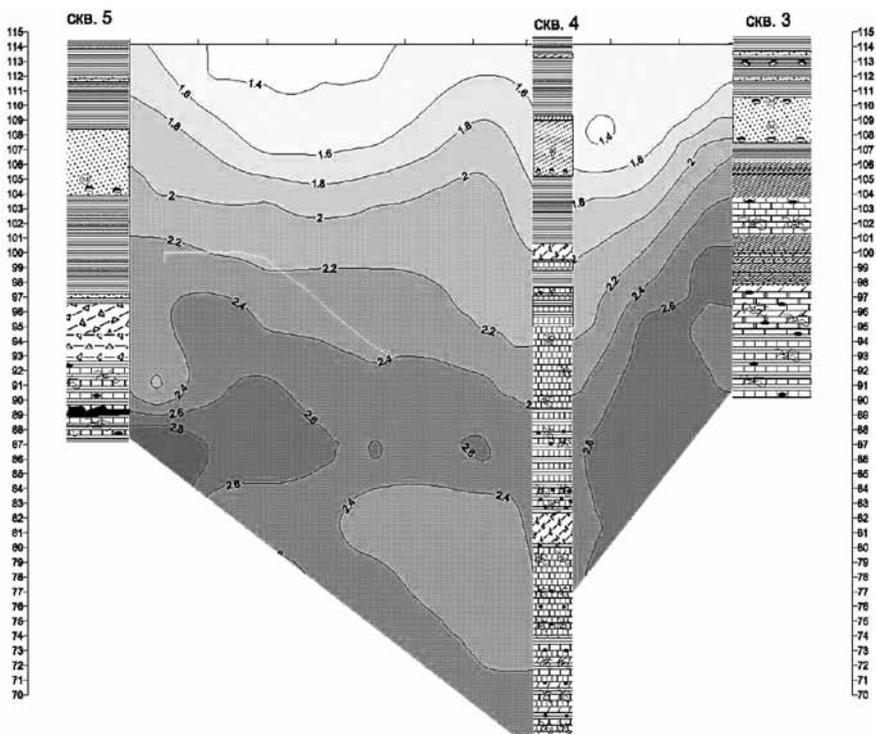


Рис. 1.2.15. Разрез целика между скважинами 5, 4, 3 в изолиниях скоростей продольных волн на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9). Результат сейсмического просвечивания между скважинами 5, 4 и 3

В районе скважины № 2 на абсолютных отметках 96-102 м выделяется слой верхнекаменноугольных глин, которому на полученном разрезе соответствует зона со скоростью  $V_p = 2,2-2,3$  км/с.

Нижняя часть разреза на интервале абсолютных отметок от 74 до 98 метров сложена мячковскими отложениями ( $C_2ms mch$ ) – переслаивающимися доломитами и известняками. В нашем случае этой толще соответствуют в основном пониженные значения скоростей продольных волн (2,3-2,6 км/с), не характерные для подобных отложений на такой глубине. Этот факт объясняется достаточно высокой степенью трещиноватости и кавернозности пород.

Низкоскоростные аномалии на полученных разрезах хорошо коррелируются с соответствующими зонами в скважинах. Например, в районе

скважины № 5 карстовой полости с глинисто-известковистым заполнителем на интервале абсолютных отметок от 92,5 до 96,5 метров соответствует зона с низкими значениями скорости около 2,0 км/с, которая прослеживается на несколько метров вглубь массива. По всему сечению по линии скважин 2–4–6 прослеживается слой низкоскоростных пород (значения скоростей колеблются в пределах 1,9-2,2 км/с), также соответствующих на скважинах карстовым полостям, заполненным глинами, мукой известняка и щебнем известняка в рыхлом заполнителе. Вдоль всего целика между скважинами 2 и 4 в интервале абсолютных отметок от 90 до 96 метров, соответствующем кровле известняков, наблюдаются также пониженные значения скоростей от 2,0 до 2,2 км/с, что объясняется сильной разрушенностью пород.

Единственным участком, где скорости продольных волн достигают значений, характерных для соответствующих пород в подобных условиях залегания, является участок в районе скважины № 6 на абсолютных отметках 88-92 м. Здесь  $V_p = 2,8-2,9$  км/с. Однако ниже этого участка наблюдается зона пониженных значений скоростей (2,1-2,4 км/с).

Мячковские отложения подстилает чередование трещиноватых, кавернозных, средней прочности и прочных известняков, мергелей, твердых глин и глинистых доломитов. На полученном разрезе им соответствуют значения  $V_p = 2,4-2,6$  км/с.

Все скоростные параметры сведены в табл. 1.2.2. Там же показаны полученные физико-механические характеристики пород. Оценка физико-механических характеристик пород участка исследований дана на основании скоростей продольных волн. По проведенным геофизическим работам получены следующие результаты:

1. Для всех выделенных инженерно-геологических элементов получены скорости сейсмических волн, на основании которых были рассчитаны деформационные характеристики пород, представленные в табл. 1.2.2.

2. Массив известняков характеризуется пониженными значениями скоростей продольных волн. Так, на глубинах, превышающих 50 м, в аналогичных породах, как правило, наблюдаются скорости 3,0-3,3 км/с. В нашем случае значения  $V_p$  колеблются в пределах 2,3-2,6 км/с, достигая значения 2,9 км/с только на одном участке в районе скважины № 6.

3. В массиве известняков выделено большое количество низкоскоростных аномалий, которые хорошо коррелируются с зонами нарушений, выявленными по скважинам. Доля аномальных зон для мячковских известняков составляет 23%.

Таблица 1.2.2

Характеристики пород для площадки инженерно-геологических изысканий  
(г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9)

Порода	№ ИГЭ	Индекс	$V_p$ , км/с	Коэф.* Пуассона	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Модуль деформации, МПа (для известняков – при нагрузке 0,5 и 6 МПа соответственно)	
Глина полутвердая до твердой	7	$J_3cl\ vd$	1,3-1,6	0,44	1,88	24-27	
Песок мелкий, средней плотности водонасыщенный	8	$J_2bt\ ms$	1,5-1,7	0,46	2,13	50-60	
Глина полутвердая и твердая, с прослоями серого алевролита и включениями рыхловатых обломков известняка	9	$J_2b\ kd$	1,8-2,2	0,45	2,0	30-35	
Глина твердая с включениями рыхловатых обломков известняка	10a	$dpC_3$	2,2-2,3	0,43	1,93	40-42	
Переслаивание иногда сильно трещиноватых средней крепости доломитов и органогенно-обломочных известняков, участками слабо-кавернозных, трещиноватых	14	$C_2ms\ mch$	2,3-2,6 (до 2,9)	0,3	2,07	870-1260 (до 1760)	1860-2560 (до 3400)
Сильно разрушенные известняки	15					1,9-2,2	0,42
Чередование трещиноватых, кавернозных, средней прочности и прочных известняков, мергелей, твердых глин и глинистых доломитов	16	$C_2ms\ pd$	2,4-2,6	0,3	2,13	1050-1300	2160-2660

\* По литературным данным для аналогичных пород

### Вопросы для самоконтроля

1.2.11. Для чего применяются сейсмические методы?

1.2.12. Как по величине скоростей продольных волн различаются сухие и обводненные рыхлые грунты (породы)?

1.2.13. Приведите примеры литологических разностей, характеризующихся низкими и высокими значениями скоростей продольных волн.

1.2.14. Какие породы (грунты) характеризуются сопоставимыми (похожими) величинами скоростей продольных волн?

1.2.15. Каким образом можно определить геометрию (форму) и расположение карстовых полостей в скальном массиве?

Широко используется *анализ результатов каротажа (геофизических исследований скважин (ГИС))*. Каротаж – исследование горных пород в буровых скважинах электрическими, магнитными, радиоактивными, акустическими и другими методами. Слово «каротаж» произошло от французского глагола *carotter*, в геологии обозначающего отбор керна. «Каротаж» как термин геофизики ввели братья К. и М. Шлюмберже (основатели нефте-сервисной компании Schlumberger) для обозначения разработанных ими методов электроразведки (КС, ПС), позволявших частично заменить дорогостоящий отбор керна. Впервые на практике методика каротажа (анализ кажущегося удельного сопротивления) была применена в 1927 году во Франции.

Для интерпретации разрезов (особенно скважин) с позиций секвентной стратиграфии широко используется анализ результатов каротажа (геофизических исследований скважин). Наиболее распространен *электрический каротаж*. По необсаженной (без колонковых труб) скважине непрерывно измеряют естественное электрическое поле (потенциал собственной поляризации – ПС (*spontaneous potential log*, или потенциал самопроизвольной поляризации)) и кажущееся удельное сопротивление (КС (*resistivity log*) – сопротивление поровых вод и частично самой породы). Разница в значениях ПС и КС позволяет различать обломочные, глинистые и карбонатные породы, выделять рудные тела, пласты, насыщенные нефтью (рис. 1.2.16). Например, на диаграммах ПС пески и песчаники будут выделяться минимумами, а КС, наоборот, – максимумами. Непористые породы или осадки, содержащие углеводороды, будут иметь высокие значения ПС.

*Радиоактивный каротаж* состоит в измерении естественной радиоактивности и радиоактивности, возникающей при искусственном облучении. *Гамма-каротаж (Gamma Ray Log)* – один из самых часто применяемых видов каротажа в необсаженных скважинах, заключающийся в замере гамма-излучения приемником типа радиометра (рис. 1.2.17, 1.2.18) в мк/ч (в России) или в единицах API (American Petroleum Institute, за рубежом). Например, этим методом можно различить пески с небольшой примесью глинистого вещества (или супеси), алевритовые и «чистые» глины. Повышенной радиоактивностью обладают глинистые породы (например, около 16-20 мк/ч

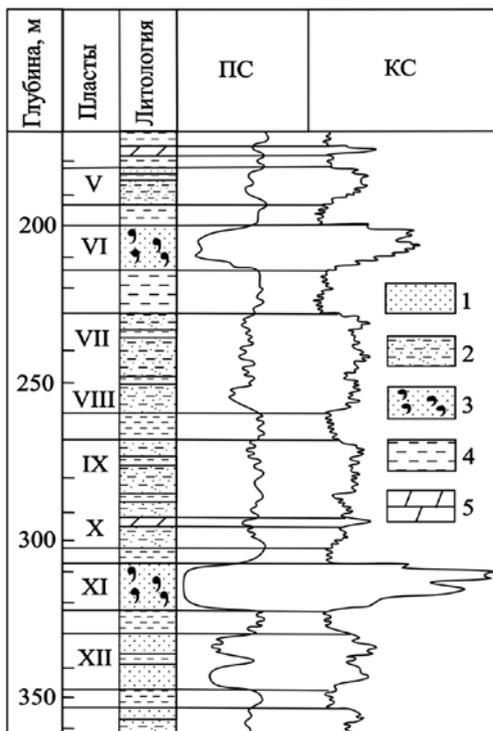


Рис. 1.2.16. Результаты электрического каротажа одного из интервалов разреза по скважине. Условные обозначения: 1 – песчаники, 2 – глинистые песчаники, 3 – нефтеносные песчаники, 4 – глины, 5 – мергели (Историческая геология, 1985)

или 200 единиц API), калийные соли, а низкой – ангидрит, гипс, доломиты, известняки (например, около 4-6 мк/час или первые единицы API).

**Пример расчленения разреза по гамма-каротажу (ГК) на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9) в ноябре 2008 года (рис. 1.2.19-1.2.21).** Голоценовые отложения представлены насыпными грунтами ( $tQ_{IV}$ , ИГЭ<sup>1</sup>-1а, б), характеризуются неоднородными низкими-высокими значениями естественной радиоактивности (2,5-32,5 мкР/ч). Верхне-плейстоценовые отложения представлены аллювиальными песками ( $aQ_{III}^2$ , ИГЭ-2), а нижнеплейстоценовые – ледниковыми су-

<sup>1</sup> Здесь и далее ИГЭ – инженерно-геологический элемент, т.е. элемент геологического разреза (слой или его часть), отличающийся от окружающих его частей физико-механическими свойствами.



Рис. 1.2.17. Подготовка гамма-каротажного зонда к работе на площадке инженерно-геологических изысканий по (г. Москва, ЗАО, ул. Кульнева, д. 2) сотрудником ООО «ЦГИ» Андреевым М.А.: 1 – зонд (скважинный снаряд); 2 – наземная аппаратура; 3 – катушка с кабелем. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. 1.2.18. Гамма-каротажное зондирование: 1 – кабель; 2 – створ скважины. Стрелками показано направление движения кабеля при опускании зонда. Фото Р.Р. Габдуллина

глинками донского горизонта ( $glQ_{dn}$ , ИГЭ-3), характеризуются небольшими значениями естественной радиоактивности (8-12 мкР/ч). Водно-ледниковые (флювиогляциальные межморенные –  $flgQ_{lo-dn}$ , ИГЭ-4а, 5, 6) пески *осташковско-донского межледниковья* обладают малыми значениями естественной радиоактивности – 2-11 мкР/ч, чаще – около 5 мкР/ч (рис. 1.2.19).

*Юрская система. Верхний-средний отдел.* Глины келловей-оксфордского яруса нерасчлененные ( $J_{2,3}cl-ox\ pd$ ) *подосинковской свиты* и келловейского яруса ( $J_2cl\ vd$ ) *великодворской свиты* (ИГЭ-7а, б) характеризуются высокими значениями естественной радиоактивности (для всех юрских глин) – 4-36 кР/ч, чаще – около 15-20 мкР/ч. *Батские пески* ( $J_2bt\ ms$ ) *москворецкой толщи* (ИГЭ-8) обладают малыми значениями естественной радиоактивности – 2-11 мкР/ч, чаще – около 5-7,5 мкР/ч. *Байосские глины* ( $J_2b\ kd$ ) *кудиновской толщи* (ИГЭ-9) имеют более высокие значения естественной радиоактивности (25-36 мкР/ч), чем вышележащие келловей-оксфордские глины. *Каменноугольная система. Верхний отдел.* Оползневые смещенные каменноугольные глины, брекчии и известняки ( $dpC_3$ ) характеризуются блоковой дезинтегрированностью, нарушенными элементами залегания и обладают разнородными значениями естественной радиоактивности – 2-20 мкР/ч, блоки известняков – около 2-10 мкР/ч. Элювиированные переотложенные каменноугольные глины, брекчии и известняки ( $eC_3$ , ИГЭ-10в) обладают малыми значениями естественной радиоактивности – 5-16 мкР/ч, чаще – около 5-10 мкР/ч. *Касимовский ярус. Кревыякинский горизонт.* Глины, доломиты, известняки воскресенской подсвиты ( $C_3k\ vs$ , ИГЭ-11) имеют значения естественной радиоактивности – от 4 до 16 мкР/ч. Известняки, доломиты и глины суворовской подсвиты ( $C_3k\ sv$ , ИГЭ-12, 13) имеют похожие значения естественной радиоактивности (рис. 1.2.20).

*Средний отдел. Московский ярус. Мячковский горизонт* (рис. 1.2.21). Отложения вскрыты в составе *песковской* ( $C_2ms\ ps$ ), *домодедовской* ( $C_2ms\ dm$ ) и *коробчеевской* ( $C_2ms\ kb$ ) *свит* (т.е. полный разрез горизонта, ИГЭ-14) и представлены известняками и доломитами (значения естественной радиоактивности около 5 мкР/ч, с подчиненными прослоями глин и мергелей (значения естественной радиоактивности до 10-15 мкР/ч). *Подольский горизонт в составе щуровской* ( $C_2ms\ sr$ ) *свиты* характеризуется близким литологическим составом и похожими значениями естественной радиоактивности (ИГЭ-14). Многочисленные карстовые полости (ИГЭ-15) имеют повышенные (до 20 мкР/ч) и высокие (до 32 мкР/ч) значения естественной радиоактивности, если полости выполнены глиной, если в полости присутствует песок или мука, то их естественная радиоактивность не превышает 5-10 мкР/ч.

### Скважина № 4

Абсолютная отметка: 147,00

Начата: 17.10.08

Глубина: 85,00 м

Окончена: 24.10.08

Способ проходки: Колоновое бурение диаметром 168 мм до гл. 10,5 м, диаметром 132 мм до гл. 41,5 м, диаметром 108 мм до гл. 60 м.

Объект: ул. Зорге, вл. 9

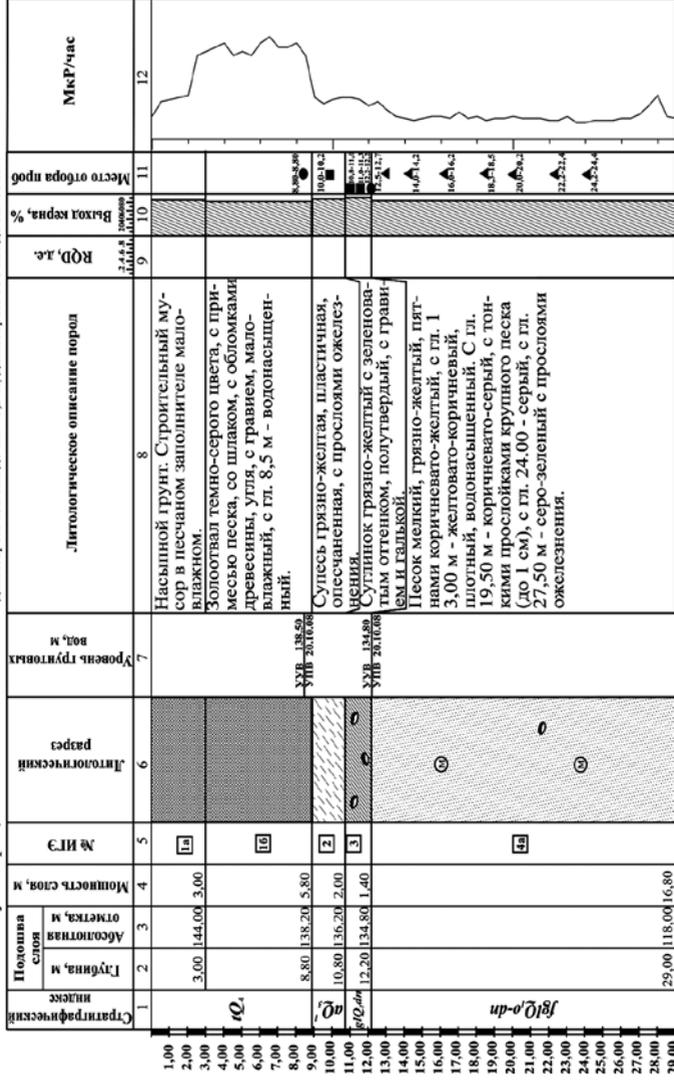


Рис. 1.2-19. Литолого-геофизическая колонка скважины № 4 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9). Справа – кривая ГК. Верхняя часть разреза: четвертичные отложения

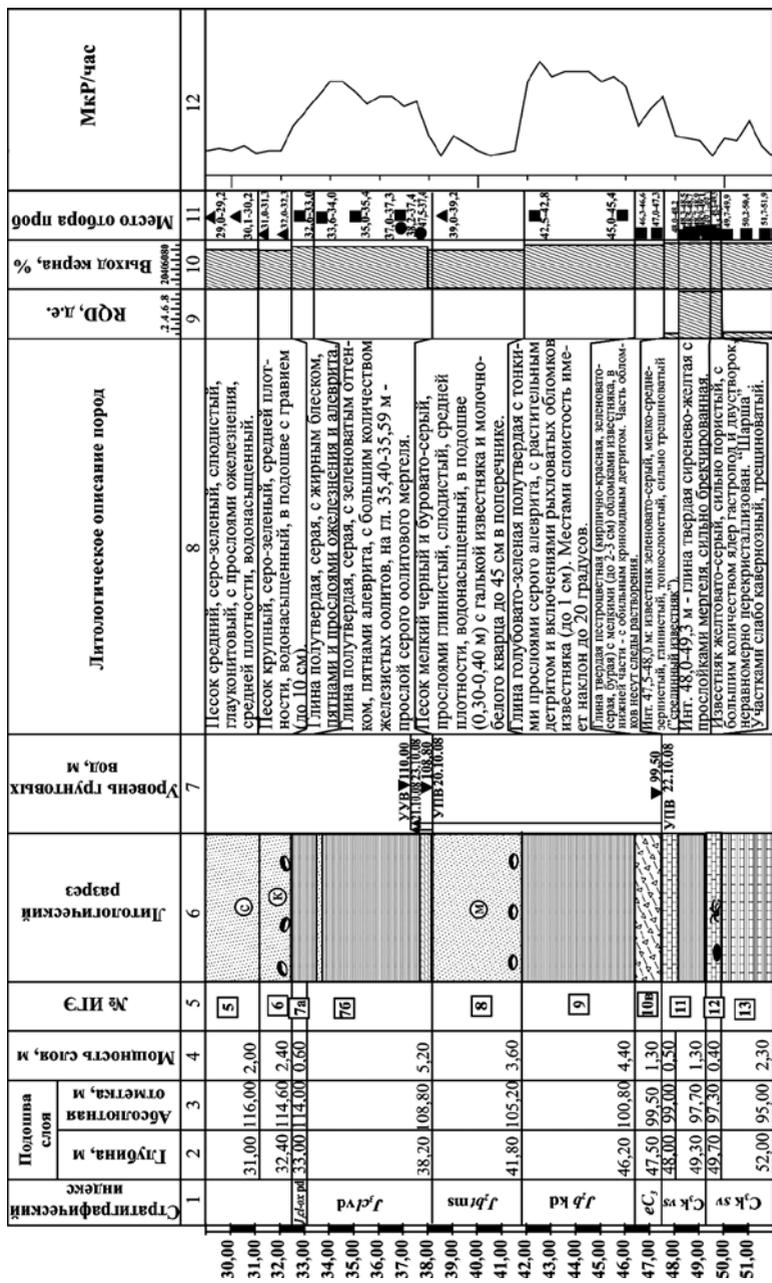


Рис. 1.2.20. Литолого-геофизическая колонка скважины № 4 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9). Справа – кривая Гк. Средняя часть разреза: четвертичные, юрские и каменно-угольные отложения.

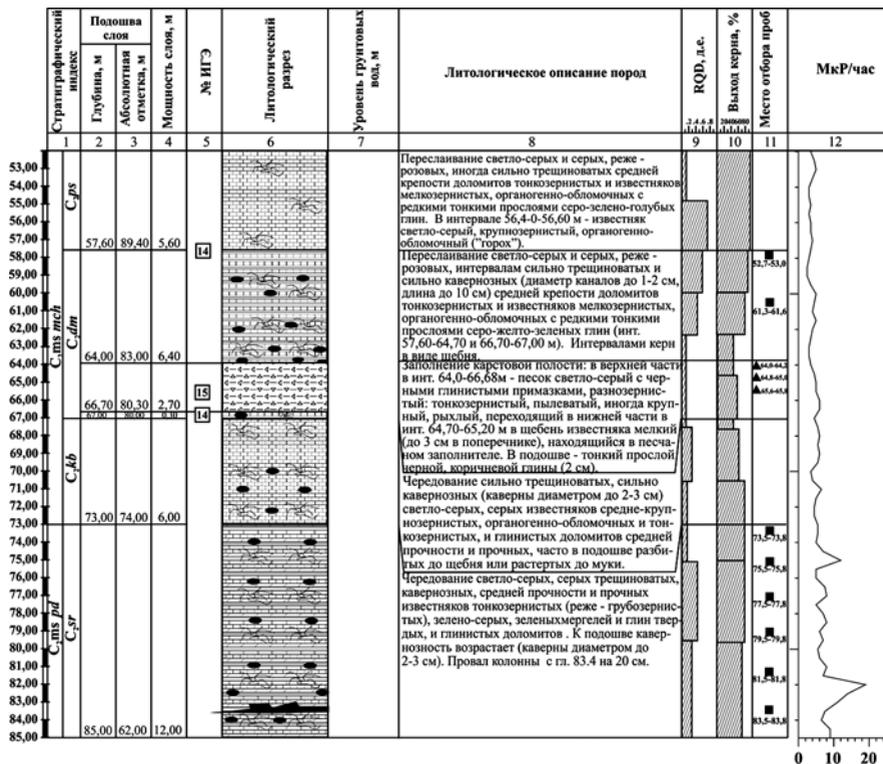


Рис. 1.2.21. Литолого-геофизическая колонка скважины № 4 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл. 9). Справа – кривая ГК. Нижняя часть разреза: каменноугольные отложения

Скважинные сейсмические исследования применяются для решения разных задач (Горбачев, 1990).

1) Сейсмический каротаж (СК) позволяет наиболее точно определить средние скорости, что повышает точность интерпретации полученных с поверхности данных МОВ и МПВ. При СК достаточно регистрировать первые вступления волн.

2) Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) обеспечивает надежность привязки выделенных на сейсмограммах поверхностных наблюдений волн к конкретным отражающим и преломляющим границам. При ВСП регистрируется вся волновая картина.

3) Акустический каротаж (АК) позволяет детально изучать тонкую слоистость разреза. Проводится он с использованием специальных зондов с

акустическими датчиками, работающими на частотах 5-15 кГц. Самый простой зонд для акустического каротажа имеет один излучатель продольных волн и два приемника. В настоящее время используются многоканальные зонды с 6, 12 и более приемниками, а также зонды с излучателями и приемниками поперечных волн.

4) Комплексные сейсмические исследования скважин (ВСП, межскважинное сейсмическое просвечивание – СП, акустический каротаж – АК) позволяют подробно изучать сейсмические свойства разреза – тонкую слоистость, анизотропию, прочностные свойства в межскважинном и околоскважинном пространстве, что имеет самостоятельное геологическое значение, в особенности, при детальном изучении углеводородных резервуаров, при инженерно-геологическом обосновании строительства крупных сооружений.

*Акустический каротаж (Sonic Log)* – одна из разновидностей сейсмоакустических методов исследования скважин (Хмелевской, 1997). Трехэлементный зонд АК содержит излучатель упругих колебаний частотой 5-15 кГц и пару сейсмоприемников. Акустический каротаж выполняется как в необсаженных скважинах, заполненных жидкостью, так и в обсаженных. Радиус исследования пород от оси скважины не превышает 0,5-1 м. Наиболее простой способ акустических исследований – каротаж по скорости, когда автоматически регистрируется кривая изменения времени пробега головной волны между двумя приемниками. Поскольку расстояние между приемниками постоянно, то кривая времени является фактически обратным графиком изменения скорости. При каротаже по затуханию измеряется амплитуда упругой волны и ослабление сигнала между двумя приемниками. Скорость распространения упругих волн зависит от упругих модулей пород, их литологического состава, плотности и пористости, а величина затухания – от характера заполнителя пор, текстуры и структуры породы (рис. 1.2.22), наличия включений, увлажненности и глубины залегания. На акустических диаграммах высокими значениями скоростей распространения упругих волн выделяются плотные породы – магматические, метаморфические, скальные, осадочные. В рыхлых песках и песчаниках скорость тем ниже, чем больше пористость. Наибольшее затухание (наименьшая амплитуда сигнала) наблюдается в породах, заполненных газом, меньше затухание в породах нефтенасыщенных, еще меньше – в водонасыщенных (Хмелевской, 1997).

*Акустический каротаж (АК)* на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда) в июле 2008 г. выполнялся для детального изучения упругих свойств пород. УЗК выполнялся 7-элементным скважинным зон-

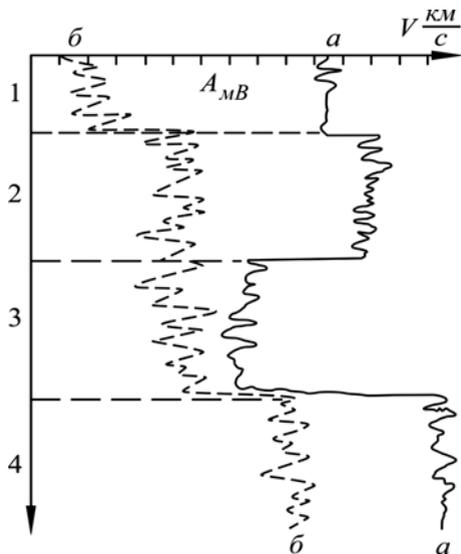


Рис. 1.2.22. Общий вид диаграммы скорости (а) и амплитуды (б) при акустическом каротаже: 1 – породы средней пористости, сухие; 2 – породы средней пористости, влажные; 3 – породы высокой пористости; 4 – породы низкой пористости, плотные (Хмелевской, 1997)

дом с расстоянием между датчиками 20 см. Шаг перемещения зонда в скважине – 1 м. Оценивалась скорость вертикального распространения упругих колебаний. Необходимым условием для получения материала является наполненность скважины водой. Один датчик служил источником колебаний, а другие шесть использовались в качестве приемников. Как правило, при хорошем и отличном качестве материала достаточно, чтобы в качестве источников отработали крайние (первый и седьмой) датчики; характерная сейсмограмма приведена на рис. 1.2.23. Частота исследования АК составляла 5-15 кГц, а скважинного варианта наземной сейсморазведки или другой разновидности каротажа – сейсмического  $\leq 500$  Гц.

*Сейсмический каротаж* (СК) скважин служит для определения скорости распространения продольных волн в выделенных инженерно-геологических элементах. На площадке (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда) в июле 2008 г. объем работ составил 28 ф.т. При сейсмокаротаже в скважинах 8 и 12 были изучены глубины с 33 до 65 м (абсолютные отметки для скважины № 8 108,5-76,5 м, для скважины № 12 108,7-76,5 м).

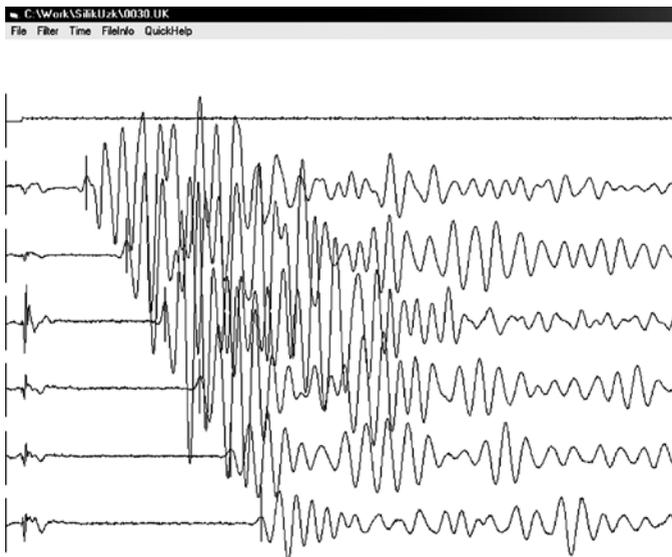


Рис. 1.2.23. Типичная ультразвуковая сейсмограмма, полученная при каротаже скважины № 8 на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда) в июле 2008 г.

Пункты возбуждения располагались на удалении 0-5 м от устья скважины. Возбуждение осуществлялось ударом кувалды по деревянному чурбачку (например, рис. 1.2.24-1.2.25). Регистрация проводилась на гидрофонную косу с расстоянием между сеймоприемниками 2 м. Метод использовался для оценки скоростного строения околоскважинного пространства при вертикальном прохождении сейсмических волн.

*Обобщенное скоростное строение участка на площадке инженерно-геологических изысканий* (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда) в июле 2008 г. Ультразвуковой каротаж, как и сейсмический, дает скорости в вертикальном направлении, т.е. как раз в том направлении, в котором будет прикладываться нагрузка от здания, в то время как при просвечивании горизонтальные лучи идут по слоям. В условиях московского региона скорости по слоям превышают скорости вкрест слоев в 1,15-1,20 раза. Для дальнейшего описания введем следующие обозначения: скорости продольных волн по данным ультразвукового каротажа –  $V_{uz}$ , скорости продольных волн по горизонтальным лучам при сейсмическом просвечивании –  $V_{сей}$ , скорости продольных волн по результатам сейсмического каротажа –  $V_{pк}$ .



Рис. 1.2.24. Сейсмический картаж. Возбуждение осуществляется ударом кувалды по деревянному чурбачку. У Северного портала 3-го туннеля. Кепшинское лесничество, лето 2009 г.



Рис. 1.2.25. Сейсмический картаж. Регистрация сигнала осуществляется на поверхности земли через провод, соединяющий сейсмоприемники («шляпки»). У Северного портала 3-го туннеля. Кепшинское лесничество, лето 2009 г.

В *четвертичных песках* ( $fQ_{1dn}-Q_{IIms}$ ) выше уровня грунтовых вод скорости сейсмического диапазона, по данным профилирования, составляют для продольных волн 0,34-0,43 км/с и для поперечных 0,13-0,22. Ниже УГВ скорости возрастают и составляют для продольных волн 1,47-1,50 км/с и для поперечных 0,38-0,44 км/с.

В *неверовских глинах* ( $C_3k nv$ ) скорости сейсмического диапазона составляют для толщи в целом  $V_{p_k} = 1,8$  км/с. По ультразвуковым данным, для глин  $V_{уз} = 2,1$  км/с.

*Ратмировские известняки* ( $C_3k rt$ ) характеризуются скоростями сейсмического диапазона  $V_{p_k} = 2,2$  км/с. Ультразвуковой каротаж дает среднюю скорость в  $V_{уз} = 2,6$  км/с.

В *воскресенских глинах* ( $C_3k vs$ ), скорости сейсмического диапазона составляют  $V_{p_k} = 2,0$  км/с. По ультразвуковым данным,  $V_{уз} = 2,2$  км/с. Толща однородна, прослой с иными упругими характеристиками не выявлены.

*Суворовские известняки* ( $C_3k sv$ ), характеризуются скоростями сейсмического диапазона по горизонтальным лучам  $V_{сей} = 2,0-2,6$  км/с, при среднем значении 2,3. Ультразвуковой каротаж дает среднюю скорость в  $V_{уз} = 2,9$  км/с, при очень большом разбросе значений  $V_{уз}$  от 2,0 до 3,7 км/с.

*Мячковские известняки* ( $C_2ms$ ), довольно однородны по сейсмическим данным (по результатам скорость находится в пределах  $V_{сей} = 2,3-2,7$  км/с, среднее значение – 2,5 км/с). А по ультразвуковому каротажу мы видим обратную картину: среднее значение скорости  $V_{уз} = 3,3$  км/с, при разбросе от 2,0 до 4,8 км/с. Такая разница в данных томографии и ультразвука может быть объяснена тем, что при проведении томографии небольшие по мощности прослой другого литологического состава не замечаются, давая при этом определенный вклад в общий фон; ультразвук, в свою очередь, позволяет обнаружить прослой мощностью даже в десятки сантиметров.

Все скоростные параметры сведены в табл. 1.2.3, там же показаны полученные физико-механические характеристики пород.

*Каротаж плотности* (*Density Log*) – определение объёмной плотности ( $г/см^3$ ) проводится обычно вместе с нейтронным методом, например плотностно-нейтронным каротажным зондом Schlumberger FDC-CNL. Значения объёмной плотности (в  $г/см^3$ ): кварц (кварциты) до 2,65; уголь 1,2-1,8; галит – 2,05; известняк – до 2,75; доломит – до 2,87; ангидрит 2,98.

Применяют также *термический, магнитный, гравитационный, нейтронный* и другие виды каротажа. Результаты каротажа опорной скважины получают геологическое объяснение при сравнении их с данными изучения ядра. Сопоставляя диаграммы различных видов каротажа, можно уста-

Таблица 1.2.3

Характеристики пород на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда)

Порода	Индекс	$V_p$ , км/с	$V_s$ , км/с	Кэф. Пуассона	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Модуль деформации, МПа
Пески выше УГВ	$fglQ_1dn-Q_{II}ms$	0,34-0,43	0,13-0,22	0,3	1,75	15-20
Пески ниже УГВ	$fglQ_1dn-Q_{II}ms$	1,47-1,50	0,38-0,44	0,46	2,13	39-48
Глина с прослоями глины доломитизированной	$C_3k nv$	1,7-2,0		0,4*	2,09	37-46
Известняк	$C_3k rt$	2,3		0,33*	2,40	$E_\Sigma = 580$ $E_{II} = 1580$
Глина	$C_3k vs$	2,0-2,2		0,4*	2,20	48-54
Известняк	$C_3k sv$	2,2-2,4		0,3*	2,36	$E_\Sigma = 550-750$ $E_{II} = 1550-1950$
Известняк	$C_2mc$	2,4-2,7		0,3*	2,36	$E_\Sigma = 750-1150$ $E_{II} = 1950-2700$

\* Вид модуля  $E$  определяется характером приложения нагрузки: количеством циклов нагружения, их длительностью и др.

новить литологический состав и последовательность пород в скважине, их мощность, выделить маркирующие горизонты и провести корреляцию с геологическими разрезами, вскрытыми другими скважинами.

При каротировании глубоких скважин (как правило, в нефтяной геологии) используются специальные мобильные комплексы (рис. 1.2.26-1.2.28), например каротажный подъемник «Unitruck», предназначенный для работы в скважинах глубиной до 7200 м (рис. 1.2.26, 1.2.27), или *каротажный подъемник ПКС-5Г-ГС* (рис. 1.2.28) для работы до глубины 7000 м.

### Вопросы для самоконтроля

1.2.16. Для чего и как проводятся каротажные работы?

1.2.17. Перечислите виды каротажных работ.

1.2.18. Приведите примеры литологических разностей, характеризующихся низкими и высокими значениями:

- а) ПС;
- б) КС;
- в) естественной радиоактивности;
- г) скоростей.



Рис. 1.2.26. Совместный проект «Газпром геофизики» и голландской компании ASEP – геофизический подъемник «Unitruck» на шасси полноприводного автомобиля КАМАЗ-63501–0001025. Вид сзади. (<http://www.spectechnika.com/ru/filling/y-2010.n-3.oid-120.html>)



Рис. 1.2.27. Совместный проект «Газпром геофизики» и голландской компании ASEP – геофизический подъемник «Unitruck» на шасси полноприводного автомобиля КАМАЗ-63501–0001025. Вид сбоку. (<http://www.spectechnika.com/ru/filling/y-2010.n-3.oid-120.html>)



Рис. 1.2.28. Совместный проект компаний «ГИСприбор-М», «Псковгеокабель» и «ГЕРС» – геофизический подъемник с гидравлическим приводом ПКС-5Г-ГС на шасси полноприводного автомобиля КАМАЗ-6350 (<http://www.spectechnika.com/ru/filling/y-2010.n-3.oid-120.html>)

1.2.19. Какие породы (грунты) характеризуются сопоставимыми (похожими) величинами:

- а) ПС;
- б) КС;
- в) естественной радиоактивности;
- г) скоростей?

Для инженерно-геологических и геодезических изысканий под подводные трубопроводы и другие элементы инженерной инфраструктуры нефтегазодобывающей отрасли (добыча на шельфе), а также для мониторинга их состояния применяют мобильные подводные модули типа эхолота AUV FUGRO (Autonomous Underwater Vehicle, рис. 1.2.29-1.2.31, [видеоролик 1.2.8 б](#)). Также эти комплексы используются в морской археологии (поиск затонувших судов, погребенных морским осадком). Они нашли применение при ликвидации аварии на скважине компании «Бритиш Петролеум» в Мексиканском заливе в 2010 г. По своей сути это – малоглубинная морская



Рис. 1.2.29. Автономный мобильный подводный модуль Gavia AUV ([www.fugro.com](http://www.fugro.com))



Рис. 1.2.30. Автономный мобильный подводный модуль «сканирует» поверхностные слои осадка и передает информацию в управляющий центр на корабль-носитель ([www.fugro.com](http://www.fugro.com))

сейсмика. Более глубинные сейсмические исследования больших площадей морского дна выполняются специальными морскими судами (рис. 1.2.32, [видеоролик 1.2.8 в](#)).

В качестве примера **малоглубинных сейсмических исследований** для нужд *инженерной и экологической геологии* рассмотрим поиск мест залегающих газонасыщенных современных илов. Газообразование в этих осадках



Рис. 1.2.31. Спуск комплекса с корабля-носителя ([www.fugro.com](http://www.fugro.com))

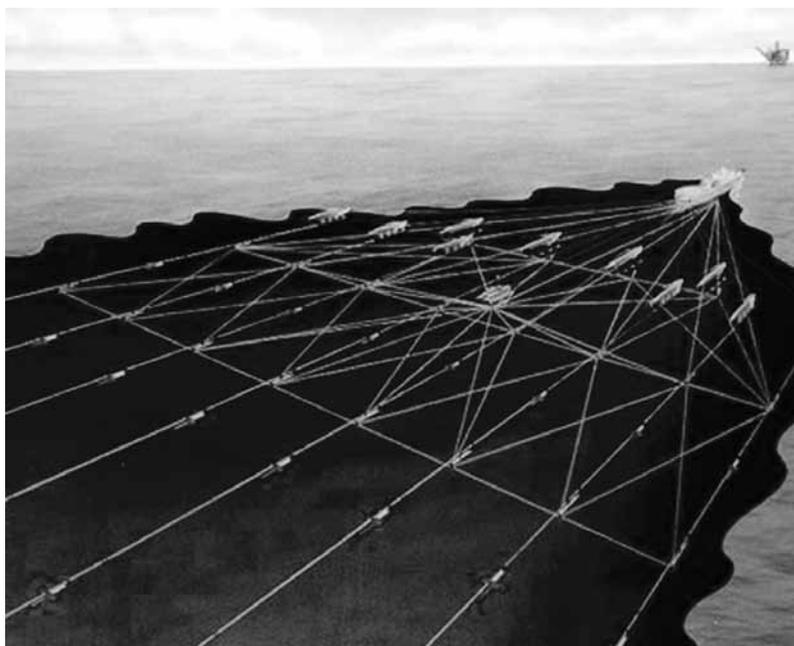


Рис. 1.2.32. Морская сейсмическая съемка ([www.fb.eage.org](http://www.fb.eage.org))

обусловлено большим содержанием органического вещества, вследствие разложения которого образуется биогенный метан. Большая абсорбционная поверхность данных илов является также хорошим субстратом для накопления тяжелых металлов, что негативно влияет на экологическое состояние не только донных осадков, но и водной массы акваторий. Полевые работы проводились на судне НМС-3 (рис. 1.2.33; Отчет..., 2004).

**Метод непрерывного сейсмоакустического профилирования (НСАП)** основан на возбуждении в толще воды и приеме упругих волн, отразившихся от границ раздела и объектов, контрастных по акустической жесткости – произведению значения плотности породы на скорость распространения упругих волн в ней.

Основная цель метода состоит в определении расстояний от точки наблюдения до объекта – границы в нижнем полупространстве или локального объекта (карстовой полости, трубы и других объектов техногенного происхождения). Полевые работы проводились на судне НМС-3 (рис. 1.2.33).

Возбуждение колебаний производилось с помощью электроискрового источника упругих волн, разработанного и созданного на кафедре сейсмологии и геоакустики Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (рис. 1.2.34). Принцип действия источника состоит в том, что электрическая энергия запасается в накопительных емкостях и по команде оператора через высоковольтный (тиристорный) ключ поступает на разрядные электроды. В процессе электроразряда образуется область повышенных температур и пульсирующая паро-газовая полость. Разрядные электроды в специальном контейнере с гибкими стенками, заполненном электролитом, размещаются в воде за бортом плавсредства и соединяются токоведущей магистралью с накопительной электроустановкой. Таким образом, осуществляется преобразование электрической энергии в энергию упругих волн. Прием колебаний осуществлялся с помощью плавучей сейсмической косы с пьезодатчиками давления, расположенными внутри гибкого шланга, заполненного нейтральным маслом. На рис. 1.2.35 представлены контейнер с разрядными электродами внутри (излучатель) и приемная сейсмическая коса. Эти буксируемые вблизи поверхности воды устройства на фотографии показаны в поднятом состоянии.

Регистрация колебаний осуществлялась с помощью цифровой 12-разрядной станции на базе компьютера типа note-book. В результате прохождения профиля в памяти компьютера накапливается ансамбль сейсмограмм – полевой вариант временного сейсмоакустического разреза по профилю.

**Способ перемещения источника и приемника по профилю:** постоянное базовое расстояние между источником и приемником составляло 2,5 м;



Рис. 1.2.33. Судно НМС-3, на котором проводились сейсмоакустические исследования на р. Москве (Отчет..., 2004)



Рис. 1.2.34. Набортная часть электроискровой установки – накопитель энергии с системой управления. Габариты – 50х50х35 см, вес – 25 кг (Отчет..., 2004)

излучатель и приемная коса буксировались вблизи поверхности воды одно за другим вдоль левого борта судна с помощью специальных выносных штанг; интервал времени между актами «возбуждение – прием» составлял 1 секунду. Скорость перемещения судна с приемно-излучающей установкой зависела от направления движения (вверх или вниз по течению) и составляла от



Рис. 1.2.35. Забортные устройства: 1 – излучатель; 2 – сейсмическая коса (Отчет..., 2004)

0,5 м/с до 1,0 м/с. Режим движения – непрерывный, что обеспечивало детальность работ (распределение точек возбуждения и регистрации отраженных волн по профилю) порядка 0,5-1,0 м. Электрическая энергия возбуждения равнялась 180 Дж. при напряжении разряда 3 кВ. Дискретизация сейсмических трасс по времени составляла 1 миллисекунду, что позволило после математической обработки проводить построение осей синфазности во временном масштабе с такой же точностью.

В результате комплексных сейсмоакустических и геологических исследований на акваториях были установлены основные картировочные признаки газонасыщенных илов.

1. Значительное увеличение коэффициента отражения в кровле газонасыщенных осадков (т.е. увеличение интенсивности осей синфазности на сейсмограмме), зачастую сопровождающееся резким ослаблением интенсивности осей синфазности ниже кровли этих отложений, вплоть до полного их исчезновения (эффект «экранирования»). Газонасыщенные илы обладают повышенным поглощением энергии продольных волн.

2. Увеличение коэффициента отражения обусловлено резким уменьшением скорости распространения продольных волн в газонасыщенных илах (значения скорости могут быть в несколько раз меньше, чем скорость в воде).

3. Коэффициент отражения в кровле таких отложений вследствие уменьшения скорости становится отрицательным, что приводит к смене полярности отраженного сигнала. Необходимо отметить, что, если газонасыщенные отложения залегают внутри разреза, обнаружить смену полярности сигнала вследствие интерференции зачастую крайне сложно. На реке Москве эти илы залегают непосредственно на дне, поэтому выявление смены фаз в донном отражении, как правило, не вызывает затруднений.

При работах на акватории реки Москвы первый из указанных признаков (значимое ослабление записи ниже кровли газонасыщенных отложений) использовать практически довольно сложно. Это объясняется, главным образом, сильным фоном кратных волн. Наиболее эффективными оказались второй и третий признаки.

На рис. 1.2.36 показан фрагмент сейсмоакустического профиля, на котором отчетливо наблюдается смена полярности в донном отражении. Газонасыщенные современные илы залегают на дне в левой части профиля. Как видно, донный импульс при отрицательном коэффициенте отражения начинается с отрицательной фазы. Вследствие большого коэффициента отражения на этом участке профиля отмечается также значительное количество кратных от дна отражений, которые «закрывают» полезные отражения от поддонных границ. В правой части представленного разреза коэффициент отражения положительный («нормальный») – донный импульс начинается с положительной фазы. Значения коэффициента отражения значительно меньше, что характерно для современных не газонасыщенных осадков. На волновой картине видно, что фон кратных отражений меньше и это позволяет выделять полезные отражения на больших глубинах (рис. 1.2.37).

В процессе сейсмоакустических исследований проводился пробный отбор донных осадков с помощью ковша и прямоточной ударной трубы, который подтвердил наличие газонасыщенных отложений на участках с характерным для этих илов типом волновой картины. В некоторых случа-

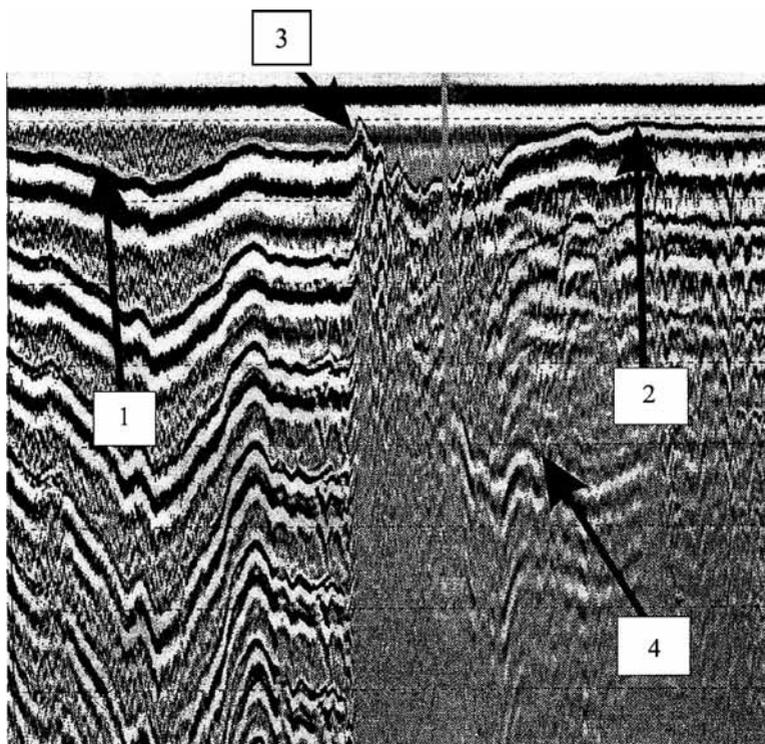


Рис. 1.2.36. Фрагмент сейсмоакустического профиля, иллюстрирующий смену полярности отраженного от дна сигнала при переходе с газонасыщенных илов на «нормальные» илы: 1 – отрицательная фаза (участок с газонасыщенными илами); 2 – положительная фаза (участок с «нормальными» илами); 3 – зона смены полярности донного отражения; 4 – ось синфазности отраженной волны от глубоководной границы (Отчет..., 2004)

ях в процессе работ можно было наблюдать выходы газа непосредственно в водную толщу.

Сейсмоакустические исследования выполнялись на участке р. Москвы от Южного порта до Братеевских мостов и от Чагинского колена до пос. Беседы. На каждом участке обрабатывались три профиля: по фарватеру и вдоль левого и правого берега. Газонасыщенные современные илы были выделены на всех изученных участках, где, как правило, плащеобразно перекрывают более древние отложения (рис. 1.2.37, верхняя часть), за исключением участка, расположенного выше по течению от Сабуровских мостов. Газонасыщенные илы залегают здесь в неглубоких понижениях рельефа (рис. 1.2.37, средняя и нижняя части).

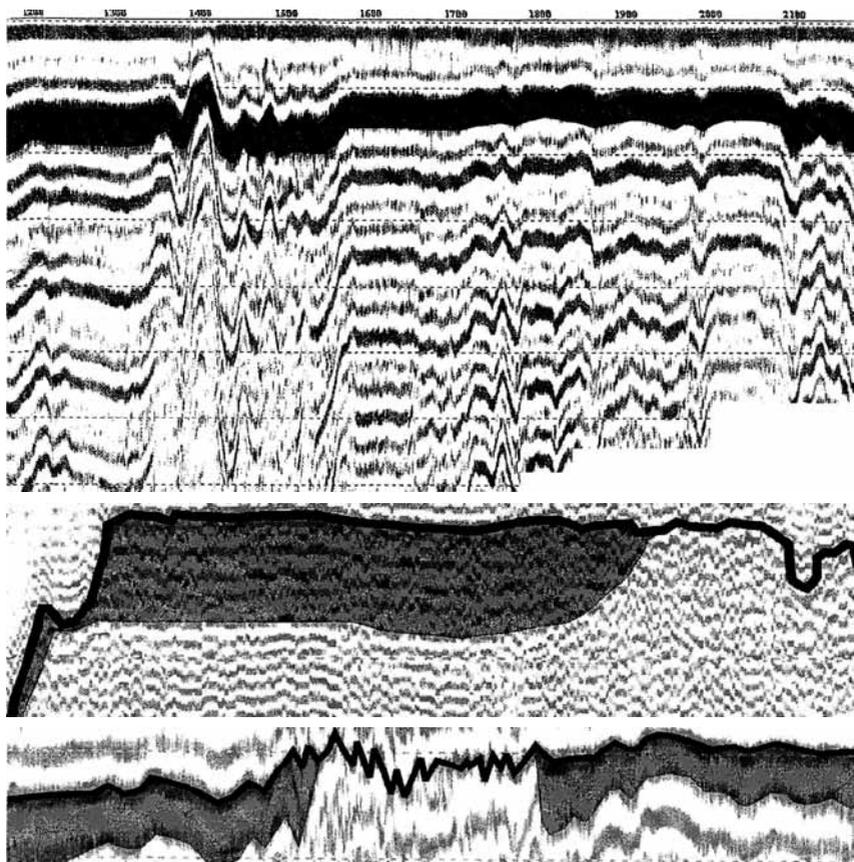


Рис. 1.2.37. Фрагменты сейсмоакустических профилей. Серым цветом показаны газонасыщенные илы, плащеобразно перекрывающие коренные отложения (верхняя часть) или залегающие в депрессиях (средняя и нижняя части; Отчет..., 2004)

В результате сейсмоакустических исследований, проведенных на акватории р. Москвы вниз по течению от Южного речного порта, были определены участки распространения современных газонасыщенных илов, оценена их мощность и сделан первый шаг по установлению корреляционной зависимости между параметрами, получаемыми при сейсмоакустических работах и при изучении состава илов.

Метод НСАП позволяет эффективно и в короткие сроки решать задачи, связанные с изучением детального строения верхней части разреза и в комплексе с другими методами проводить режимные наблюдения.

Как и морские геофизические исследования, аэрометоды (видеоролик 1.2.8 г) позволяют в экспресс-режиме охарактеризовать большие площади и обходятся сравнительно дешево. Аэрометоды в инженерной геологии применяются при изысканиях под трубопроводы и другие линейные или протяженные объекты. Существуют различные виды воздушной съемки: аэромагнитная, аэроэлектроразведочная, аэрогаммаспектрометрическая, газовая, термографическая, аэрогравиметрическая.

### **Вопросы для самоконтроля**

1.2.20. Для чего применяются аэро-, надводные и подводные геофизические методы?

1.2.21. Перечислите преимущества аэро-, надводных и подводных геофизических методов.

**Климатостратиграфический метод** был первоначально разработан для четвертичных отложений. Он основан на чередовании в четвертичном периоде интервалов резкого похолодания и потепления, что определило смену литолого-фациальных и палеонтологических комплексов. В настоящее время метод используется и в дочетвертичной стратиграфии (презентация Д3). Например, с его помощью проведена нижняя граница венда по подошве лапландских тиллитов, свидетельствующих об оледенении.

Метод используется для расчленения и корреляции разрезов. Климатостратиграфическими подразделениями регионального ранга являются климатолит, стадиал, наслой. Геохронологические эквиваленты климатолита – криохрон и термохрон, стадиала – криостадиал и термостадиал, а наслоя – осцилляция. Также существуют ритмо-климатостратиграфические подразделения – климаты разных порядков (гипер-, супер-, орто- и наноклиматы).

Молодые (или последние) ледниковые отложения могут эрозионно срезать, «уничтожить» полностью или частично лежащие ниже более древние водно-ледниковые, ледниковые и коренные отложения. Иногда в пределах одной площадки инженерно-геологических изысканий можно наблюдать расчлененный палеорельеф, образованный ледниковыми и водно-ледниковыми процессами, и различные стратиграфические соотношения между элементами разреза.

Принятые межведомственным стратиграфическим комитетом схемы расчленения четвертичных отложений Централных районов Русской плиты и других регионов приведены в табл. 1.2.4-1.2.7. Рассмотрим в качестве примеров ледниковые и водно-ледниковые отложения, выборочно, только некоторых возрастов.





Таблица 1.2.6

Стратиграфическая схема Центральных районов Русской плиты (Постановления..., 2002)

Сеть	Направление	Общая шкала				Ортоза Магма						
		Палеоген	Палеоцен	Эоцен	Средине	Палеоген	Палеоцен	Эоцен	Средине			
Ч е т в е р т и н н а я ( к а р т а )	П л е й с т о ц е н	Р а с к л а с	З е н о	С р е д н е	О р т о з а	Б р ю н с	В а л д а	Регionalные подразделения (валдогорт, горизонты, палеогорт)	Фолиативные комплексы и подразделения	Осаждения, межледниковья, стадии, фазы	Лесные почвенные образования	Алювиальные отложения
								Оризонты не выделены	Современный	Подразделительные подразделения (остаточное оседание, метанитерраины с рядом поселений и похолоданий)	Современная почва	Современный аллювий
								Осташковский	Суггровский	Осташковское оседание	Суггровский лес-комплекс	Аллювий I палеогеновой террасы
								Ленинградский	Воронежско-полтавский	Метанитерраины с рядом поселений и похолоданий	Врянская почва	Аллювий II палеогеновой террасы
								Калининский		Перигляциальные условия с небольшими межледниками	Куртунская почва	
								Минусинский	Шкурговский	Минусинское межледниковье	Минусинский конгломерат	Аллювий III палеогеновой террасы
								Московский	Павловский	Московское оседание (верховья моря и озерностей Москва и Днепровского глыба) со стадиями	Павловский лес	Аллювий IV палеогеновой террасы
								Челябинский	Хазарский	Для теплых степей, разделенных похолоданиями (Челябин, Липки (?), Тисляны, Палычино (?))	Орчакский лес	?
								Среднерусский			Камышевский лес	
								Кировский	Свиговский (стрелицкий)	Перигляциальные отложения (Чесалки, Булагово, Титлино)	Борокостепельский лес	Лисинская свита
								Окский		Суровский	Окское оседание (морея Малозовки)	Стрелицкий лес
								Мушкетерский	Кузнецковский	Рославльское котловина меж-подуринское похолодание	Короствельский лес	Стрелицкий свита
								Муринский	Ильинский	Донское оседание (мороза Донского впадина, вторая ступень моря озерностей Москва)	Воронский полевой комплекс	Суровская свита
Южноворонежский	Донской	Донское оседание (мороза Донского впадина, вторая ступень моря озерностей Москва)	Донской лес	Донской аллювий								
					Молосский	Вершинская почва	Молосская свита					
					Ильинский	Троицкая почва	Вертегская свита					
					Полтавский	Троицкая почва		Кавказская свита				
Петропавловский	Петропавловский	Осколковое и адуловское межледниковья	Троицкий лес	Петропавловская свита								
		Ливозовское оседание (?)	Троицкий лес	Петропавловская свита								

Схема для эоплейстоцена представляется отдельно Курным выделены региональные подразделения, принятые бюро РМСК 23 марта 2000 г.

Таблица 1.2.7

Общая стратиграфическая шкала четвертичной системы  
(Постановления..., 2008)

Общая стратиграфическая шкала					Кислородно-изотопная шкала (Bassinot et al., 1994)		Межрегиональные корреляционные горизонты квартера европейской части России
Система	Надраздел (отдел)	Раздел (подотдел)	Звено	Ступень	Изотопная стадия	Возраст границ изотопных стадий (тыс. лет)	
Четвертичная	Плейстоцен	Неоплейстоцен	Верхнее	Четвертая	1	11 24 57 71 127 186 242 301 334 364 427 474 528 568 621 659 712 760 787	шуваловский
					2		осташковский
					3		ленинградский
					4		калининский
					5		мезинский
					6		московский
					7		горкинский
					8		днепровский
					9		чекалинский
					10		калужский
					11		лихвинский
					12		окский
					13		мучапский
					14		донской
					15		окатовский
					16		сетуньский
					17		красиковский
					18		покровский
					19		акуловский
		Эоплейстоцен	Верхнее	–	20-35		криницкий
					36-64	1240	толучеевский
Неогеновая	Плиоцен	Верхний				1800	

**Скважина № 33**  
 Абсолютная отметка: 176,32  
 Глубина: 44,00 м

Начата: 11.06.08  
 Окончена: 12.06.08

Объект: Коммунальная зона, Щербинка

Способ проходки: Ударно-канатное бурение диаметром 127 мм,  
 с 22,50 м - диаметром 108 мм

Стратиграфический индекс	Подшва слоя			№ ИГЭ	Литологический разрез	Уровень грунтовых вод, м	Литологическое описание пород	Место отбора проб
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м	Мощность слоя, м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00	4,50	171,82	4,50	I	[1]	УУВ $\nabla$ 174,77 УПВ 11,06,08	Насыпной грунт. Строительный мусор в глинистом заполнителе водонасыщенный.	
10,00 11,00 12,00	10,00	166,32	5,50	26	[26]	УУВ $\nabla$ 165,17 УПВ 12,06,08	Суглинок серовато-рыжий тугопластичный с железнением и оторфованным растительным атритом.	
12,00 13,00 14,00	12,00	164,32	2,00	3a	[3a]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Суглинок ржаво-коричневый полутвердый с оторфованным растительным атритом.	
13,00 14,00	13,80 14,50	162,52 161,82	1,80 0,70	6a	[6a]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Суглинок красновато-коричневый, тугопластичный с гравием и плохо окатанной галькой и линзами песка пылеватого желтого маловлажного.	
16,00 17,00 18,00 19,00 20,00 21,00 22,00	18,80	157,52	4,30	6b	[6b]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Суглинок серовато-коричневый, полутвердый, с гравием и галькой.	
22,00 23,00 24,00 25,00 26,00 27,00 28,00 29,00 30,00 31,00 32,00 33,00 34,00 35,00 36,00 37,00 38,00 39,00 40,00 41,00 42,00 43,00 44,00	22,50	153,82	3,70	9	[9]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Суглинок серовато-коричневый, полутвердый, с гравием и плохо окатанной галькой.	
26,00 27,00 28,00 29,00 30,00 31,00 32,00 33,00 34,00 35,00 36,00 37,00 38,00 39,00 40,00 41,00 42,00 43,00 44,00	26,00	150,32	3,50	10	[10]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Суглинок темно-серый, тугопластичный, с гравием и плохо окатанной галькой, с гнездами песка желтого мелкого маловлажного.	22,5-22,6
24,00 25,00 26,00 27,00 28,00 29,00 30,00 31,00 32,00 33,00 34,00 35,00 36,00 37,00 38,00 39,00 40,00 41,00 42,00 43,00 44,00	26,00	150,32	3,50	9	[9]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Песок серовато-зеленый, мелкий, глауконитовый, слюдястый, водонасыщенный, плотный.	27,8-27,9
27,00 28,00 29,00 30,00 31,00 32,00 33,00 34,00 35,00 36,00 37,00 38,00 39,00 40,00 41,00 42,00 43,00 44,00	40,00	136,32	14,00	10	[10]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Песок темно-серый глинистый, мелкий, глауконитовый, слюдястый, водонасыщенный, плотный, с маломощным прослоем глина черной полутвердой слюдястой в инт. 38,60-39,00 м.	32,5-33,6
42,00 43,00 44,00	42,90	133,42	2,90	11	[11]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Глина черная полутвердая опесчаненная слюдястая. В инт. 40,00-42,50 - прослон фосфоритов.	40,1-40,7 40,8-41,6 41,8-42,1 42,4-42,8 42,9-43,2 43,3-43,7 43,8-44,1
44,00	44,00	132,32	1,10	11	[11]	УУВ $\nabla$ 153,82 УПВ 11,06,08	Глина темно-серая полутвердая жирная	44,2-44,7 44,8-45,3 45,4-45,7

Рис. 1.2.38. Литологическая колонка скважины № 33 с площадки инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона), выполненная в июне 2008 г.

**Пример 1.** На площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона) в геологическом строении участка, разведанном до глубины 44 м, принимают участие рыхлые четвертичные отложения техногенного ( $tQ_{II}$ ), озерного ( $lQ_{II-III}$ ), водно-ледникового ( $fglQ_{II} ms, fglQ_{I-II} dn-ms$ ), ледникового ( $glQ_{II} ms, glQ_I dn$ ) генезиса и песчано-глинистые грунты нижнего отдела меловой системы ( $K_1$ ) и верхнего отдела юрской системы ( $J_2$ ). Типовой разрез приведен на рис. 1.2.38.

Приведем краткую характеристику ледниковых четвертичных отложений и их взаимоотношений.

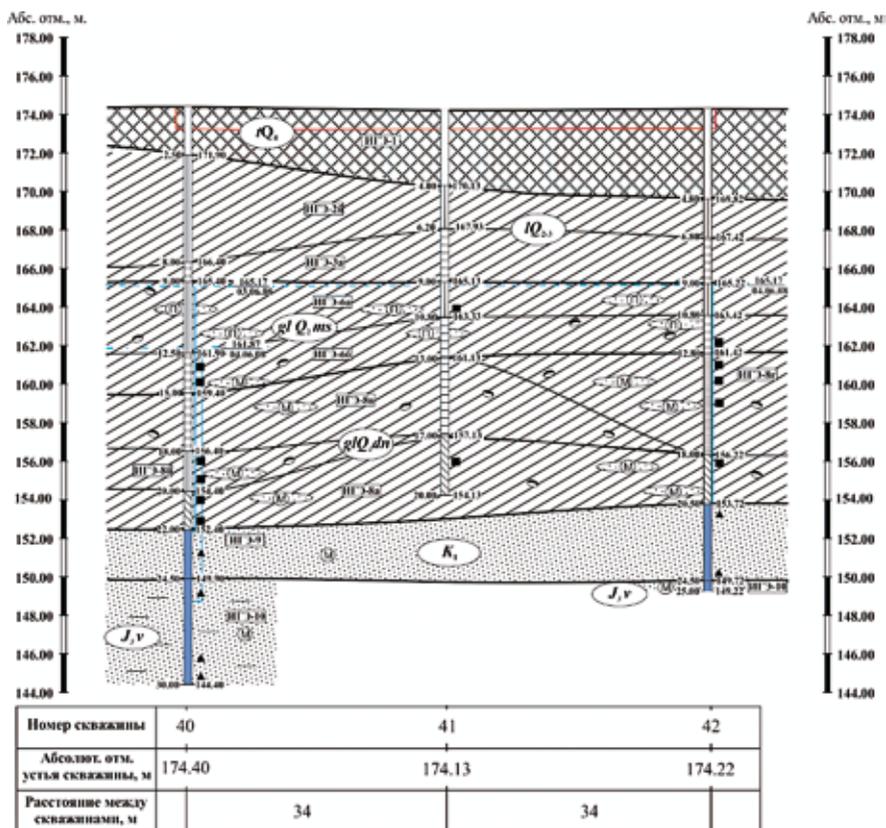


Рис. 1.2.39. Инженерно-геологический разрез четвертичных, меловых и юрских отложений на площадке строительства (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона), выполненный в июне 2008 года. Межморенные (флювиогляциальные) отложения полностью эродированы

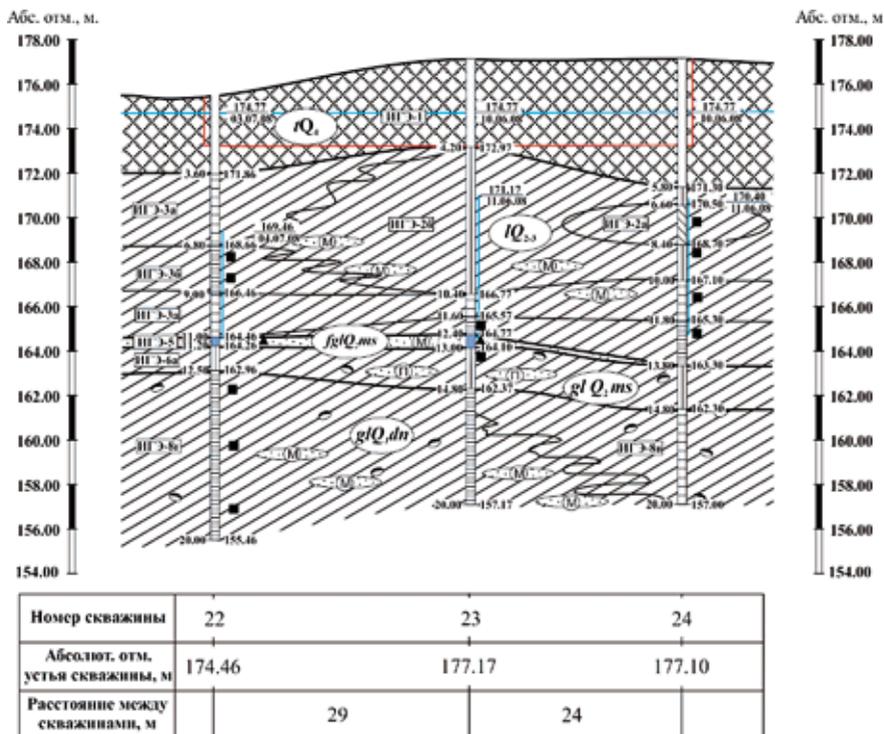
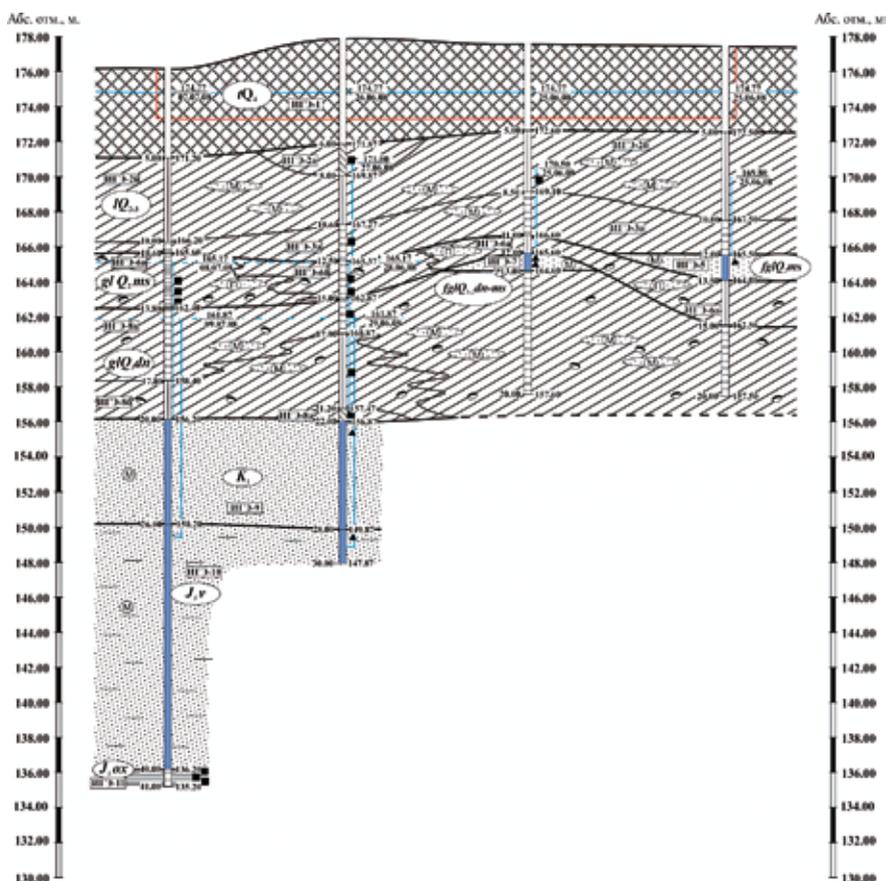


Рис. 1.2.40. Инженерно-геологический разрез четвертичных, меловых и юрских отложений на площадке строительства (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона), выполненный в июне 2008 г. Межморенные (флювиогляциальные) отложения местами сохранены почти полностью

Местами межморенные (флювиогляциальные) отложения полностью эродированы (рис. 1.2.39), местами – сохранены почти полностью (рис. 1.2.40) или частично (рис. 1.2.41). Моренные отложения содержат линзы и гнезда песков, которые следует отличать от песков флювиогляциального, аллювиального (рис. 1.2.42) генезиса и морских нижнемеловых или верхнеюрских песков.

Морские пески содержат глауконит (рис. 1.2.43), флювиогляциальные могут вмещать гравий, гальку, щебень по составу аналогичный моренным отложениям (рис. 1.2.44).

*Моренные образования донского оледенения (glQ<sub>1</sub> dn)* встречены повсеместно и вскрыты всеми скважинами, представлены серыми, бурыми, коричневыми суглинками легкими песчанистыми мягко- и тугопластичными, полутвердыми и твердыми с включениями (до 10-15%) гравия, дресвы и сред-



Номер скважины	12	15	17	19
Абсолют. отгм. устья скважины, м	176.20	177.87	177.60	177.60
Расстояние между скважинами, м	25	24	29	

Рис. 1.2.41. Инженерно-геологический разрез четвертичных, меловых и юрских отложений на площадке строительства (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона), выполненный в июне 2008 г. Межморенные (флювиогляциальные) отложения местами сохранены частично

ней гальки осадочных и метаморфических пород плохой степени окатанности (рис. 1.2.45, 1.2.46). Встречаются линзы и гнезда песка желтого, бурого мелкого водонасыщенного. Кровля отложений залегает на отметках от 159,4 (скв. 40) до 165,3 (скв. 26) м. Мощность морены изменяется от 6,9 (скв. 6) до

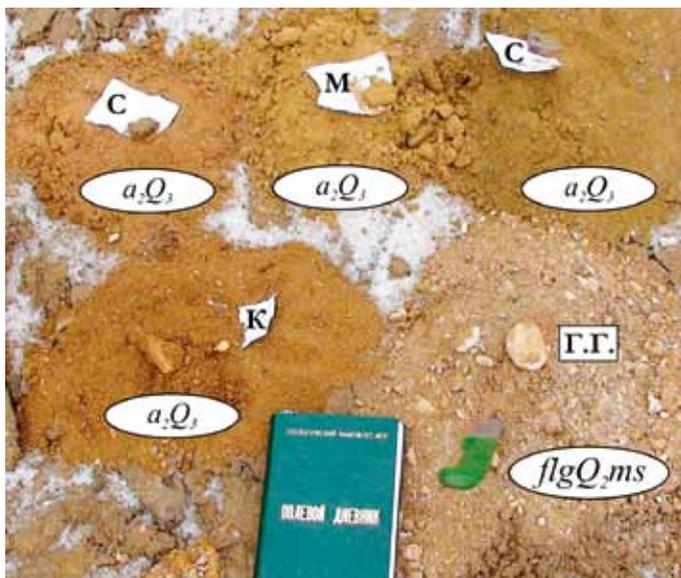


Рис. 1.2.42. Аллювиальные пески разной зернистости (м – мелкие, с – средние, к – крупные) хорошо сортированы и отличаются от плохо сортированных гравийно-галечных грунтов (г.г.) московского межледникового (строительная площадка, г. Москва, ЗАО, ул. Кульнева, 2, февраль 2008 г.)

11,1 м (скв. 26), увеличиваясь к центру. Повсеместно эта толща подстилается нижнемеловыми песками ( $K_1$ ).

*Флювиогляциальные образования московско-донского межледникового (fgl  $Q_{I-II} dn-ms$ )* встречены фрагментарно только в скважинах 1, 16, 17, 28, 34 (рис. 1.2.41). В целом расположены плащеобразно и представлены песками бурыми, серыми мелкими водонасыщенными средней плотности сложения, иногда с редкой дресвой кварца и полевого шпата в основании (рис. 1.2.46). Кровля отложений залегает на отметках от 161,9 (скв. 34) до 165,6 (скв. 17) м. Мощность песков изменяется от 0 до 1 м (скв. 17), увеличиваясь к северу. Повсеместно они подстилаются ледниковыми образованиями донского оледенения ( $glQ_1 dn$ ).

*Моренные образования московского оледенения ( $glQ_{II} ms$ )* вскрыты всеми скважинами. Отложения представлены суглинками тяжелыми коричнево-красного цвета песчанистыми, плотными, тугопластичными, полутвердыми и твердыми, с гравием и преимущественно мелкой и средней галькой плохой окатанности (хотя встречены единичные валуны до 15 см в поперечнике) до 10-15% (рис. 1.2.46. Прим.: цвет может быть интенсивно красным, рис. 1.2.47,



Рис. 1.2.43. Нижнемеловой морской серовато-зеленый песок мелкий, глауконитовый, слюдястый, водонасыщенный, плотный (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона, июнь 2008 г.)



Рис. 1.2.44. Нижне- и среднелейстоценовые нерасчлененные отложения (fgl  $Q_{III}$  dn-ms). Флювиогляциальные (водно-ледниковые) образования московско-донского межледниковья. Пески мелкие желтовато-серого и желтовато-коричневого цвета, тонкослоистые за счет неравномерного ожелезнения, с редкой дресвой кварца и полевого шпата, средней плотности (г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А, февраль 2008 г.)



Рис. 1.2.45. Керн нижнеплейстоценовых отложений ( $gQ_1 dn$ ). Ледниковые отбразования (морена) донского оледенения. Коричнево-серые полутвердые и тугопластичные суглинки с гравием и галькой кремня и известняков (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона, июнь 2008 г.)



Рис. 1.2.46. Керн ниже- и среднеплейстоценовых отложений. Вверху – нижний плейстоцен ( $gQ_1 dn$ ). Ледниковые отложения (морена) донского оледенения. Коричнево-серые полутвердые и тугопластичные суглинки с гравием и галькой кремня и известняков. В центре – средний плейстоцен ( $gQ_{II} ms$ ). Ледниковые отложения (морена) московского оледенения. Серовато-коричневые полутвердые с гравием и галькой суглинки кремня, известняков, редко – гранита (г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона, июнь 2008 г.)



Рис. 1.2.47. Керн среднеплейстоценовых отложений ( $gQ_{II}ms$ ) в продольном разрезе. Ледниковые отложения (морена) московского оледенения. Коричнево-красно-бурые полутвердые и твердые суглинки в продольном разрезе (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4а, сентябрь 2010 г.). Видны гравий и галька кварца, кремня, известняков



Рис. 1.2.48. Керн среднеплейстоценовых отложений ( $gQ_{II}ms$ ) в поперечном разрезе. Ледниковые отложения (морена) московского оледенения. Коричнево-красно-бурые полутвердые и твердые суглинки в поперечном разрезе (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4а). Видны гравий и галька кварца, кремня, известняков

1.2.48). В составе обломочного материала встречены гранито-гнейсы сильно выветрелые (иногда до состояния разнотельного песка), а также кремни и известняки в подчиненном значении. В суглинках иногда встречаются тонкие прослойки, а чаще – линзы пылеватых песков зелено-серых, бурых маловлажных. Их кровля вскрыта на отметках от 159,40 (скв. 40) до 166,07 м (скв. 13). Мощность закономерно изменяется от 0,6 (скв. 29) до 6 м (скв. 40).

Отложения среднего плейстоцена залегают повсеместно и вскрыты всеми разведочными скважинами. В своей верхней части они могут быть представлены *водно-ледниковыми отложениями московского межледниковья* ( $fgl Q_{II} ms$ ), распространенными фрагментарно, в основном в южной и центральной частях площадки инженерно-геологических изысканий, и вскрыты только в скважинах 1, 18, 19, 22, 23, 25, 36, 39. Флювиогляциальные отложения в целом расположены плащеобразно и представлены песками бурыми, желтыми, коричневыми мелкими водонасыщенными средней плотности сложения, иногда с мелким гравием и галькой в основании. Кровля этих отложений вскрыта на отметках от 163,60 (скв. 25) до 166,70 м (скв. 18). Мощность песков составляет от 0 до 1,5 м (скв. 18) и обычно возрастает в северном направлении.

**Пример 2.** На площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4а) в строении участка (разведан до глубины 20 м), принимают участие верхне-среднечетвертичные покровные отложения ( $prQ_{II-III}$ ), среднечетвертичные – надморенный водно-ледниковый ( $fglQ_{II} ms$ ) и ледниковый ( $gQ_{II} ms$ ) комплексы. Сверху местами сформирован техногенный слой ( $tQ_{IV}$ ) и повсеместно развит почвенно-растительный слой мощностью 0,1-0,2 м ( $pdQ_{IV}$ ). Типовой разрез приведен на рис. 1.2.49.

Дадим краткую характеристику ледниковых и водно-ледниковых отложений участка.

*Средний плейстоцен ( $fglQ_{II} ms$ ). Флювиогляциальные отложения московского межледниковья.* Распространены повсеместно под покровными суглинками и представлены красно-бурыми (бурыми) супесями пластичными водонасыщенными, глинами и суглинками в основном твердыми, а также полутвердыми, мягко- и тугопластичными с прослоями и гнездами песка пылеватого светло-бурого влажного и водонасыщенного, местами с дресвой и гравием кварца, гранита и известняка (рис. 1.2.50). Общая мощность флювиогляциальных отложений составляет 4,0 (скв. 3-Г/363-10, 4-Г/363-10) – 6,8 м (скв. 1-Г/363-10, 4-Г/363-10). Абсолютные отметки подошвы толщи колеблются от 215,57 (скв. 1-Г/363-10) до 218,57 (скв. 3-Г/363-10) м.

## Скважина № 1-Г/363-10

Абсолютная отметка: 225,57  
Глубина: 20,00 м

Начата: 17.09.10  
Окончена: 17.09.10

Объект: ДОУ, ул.Генерала Тюленева, вл.4а      Способ проходки: Ударно-канатное бурение диаметром 168 мм до 20,00

Стратиграфический индекс	Подшва слоя			№ ИГЭ	Литологический разрез	Уровень грунтовых вод, м	Литологическое описание пород	Место отбора проб
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м	Мощность слоя, м					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,00 2,00 3,00 4,00 5,00 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00 11,00 12,00 13,00 14,00 15,00 16,00 17,00 18,00 19,00 20,00	0,20	225,37	0,20	11			Почвенно-растительный слой	
	3,20	222,37	3,00	3			225,57 18,09,10	Суглинок твердый бурый песчанистый с ожелезнением и прослоями супесей буро-серых, коричневых, пластичных
4,60	220,97	1,40	4	4	220,97 17,09,10	Супесь буро-красная пластичная с галькой кварца, пятнами ожелезнения, оторфованная растительным детритом, водонасыщенная, с прослоями суглинка полутвердого	■ 4,0 ■ 4,2 ■ 4,7 ■ 6,0 ■ 6,8	
10,00	215,57	5,40	5	5		Суглинок мягкопластичный красно-бурый, прослоями тугопластичный, с прослоями песков тонко-мелкозернистых бежевых средней степени водонасыщения	■ 10,0	
14,30	211,27	4,30	6	6		Суглинок тугопластичный буро-красный с дресвой кварца, гранита и известняка	■ 11,0 ■ 13,0 ■ 14,0	
20,00	205,57	5,70	7	7		Суглинок полутвердый и твердый коричнево-буро-красный, с обильной дресвой и щебнем известняка и единичным валуном известняка окремненного в инт. 16,0-16,5 м	■ 16,0	

Рис. 1.2.49. Литологическая колонка скважины 1-Г/363-10 с площадки инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4а).

*Средний плейстоцен (gQ<sub>II</sub> ms). Ледниковые отложения (морена) московского оледенения.* Распространены повсеместно под флювиогляциальной толщей и представлены интенсивно красными, коричнево-красно-бурыми суглинками и глинами полутвердыми и твердыми, реже – тугопластичными с прослоями и гнездами песка мелкого зелено-желтого водонасыщенного с обильной дресвой и щебнем гранита, кварца и известняка и единичным валунами гранита и известняков.

Вскрытая мощность гляциальных отложений составляет 5,7 (скв. 1-Г/363-10) – максимальная: 13,0 м (скв. 3-Г/363-10).

### Вопросы для самоконтроля

1.2.22. Для чего применяется климатический метод?



Рис. 1.2.50. Керн среднеплейстоценовых отложений ( $flgQ_{II}$  ms). Флювиогляциальные (водно-ледниковые) образования московского межледникового. Коричнево-красно-бурые и бурые супеси пластичные (верхний ряд), суглинки твердые (центр, нижний ряд) (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4а, сентябрь 2010 г.). Видна единичная крупная галька кремня

1.2.23. Какими грунтами могут быть представлены ледниковые и водно-ледниковые отложения?

1.2.24. Каковы особенности залегания ледниковых и водно-ледниковых отложений?

1.2.25. Как отличить отложения московского и донского оледенения?

В Подмоскowie хорошо видна макроскопически и выявляется при статическом зондировании (рис. 1.2.51, 1.2.52, [видеоролики 1.2.9-1.2.10](#)) тонкая сезонная цикличность ледниковых и водно-ледниковых отложений (сантиметры – иногда дециметры).

**Циклический метод** заключается в изучении чередования различных пород в разрезах. Определяются наборы (ритмы) чередующихся пород и их границы. В ритмично построенных толщах выделяют ритмы, по характерным особенностям которых сравнивают разрезы. Ритмичность типична практически для всех осадочных толщ, поэтому анализ ритмичности широко используется (Габдуллин, Иванов, 2002) для их расчленения и корреля-



Рис. 1.2.51. Статическое зондирование установкой «ФУГРО» на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А в феврале 2008 г. (публикуется с разрешения компании FUGRO))



Рис. 1.2.52. Зонд установки «ФУГРО» (в центре) перед началом работы на площадке инженерно-геологических изысканий (г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А в феврале 2008 г. (публикуется с разрешения компании FUGRO))

ции. Широко известны годовичные ритмы ленточных глин четвертичного возраста. Ленточная слоистость устанавливается и в более древних отложениях. Для облегчения анализа ритмичности и корреляции Н.Б. Вассоевичем в 1948 г. разработана методика построения ритмограмм (рис. 1.2.53). На них выделяются аномальные ритмы, или последовательности ритмов известной мощности, по которым и проводится корреляция разрезов. Мощность элементарных ритмов различна; от нескольких миллиметров до нескольких метров. Ритмичность бывает разных порядков. Мелкие ритмы объединяются в крупные, которые могут являться частями еще более крупных. Сопоставление ритмов разных порядков довольно широко используется в стратиграфии. Однако выводы об одновозрастности крупных ритмов в разрезах удаленных друг от друга районов нуждаются в дополнительном обосновании. Наиболее крупные ритмы, например *астрономо-климатические циклы Миланковича*, отражают этапы развития Земли и синхронны по всей планете, что позволяет сопоставлять удаленные разрезы на уровне элементарных ритмов.

В Подмоскowie хорошо видна макроскопически и выявляется при статическом зондировании тонкая сезонная цикличность ледниковых и водноледниковых отложений, разнопорядковая цикличность в песках мелового возраста, юрских глинах. При сопоставлении графиков кривых лобового и бокового сопротивления по профилям на площади, как правило, выявляются общие корреляционные уровни, практически совпадающие с границами ИГЭ и систем секвентных трактов.

*Циклический метод* тесно связан с *климатостратиграфическим* (циклические вариации климата) и *секвентным* (эвстатические циклы) методами прикладной стратиграфии.

**Событийный метод** выделяет и прослеживает следующие отложения, отражающие геологические события в истории Земли:

- 1) *тиллиты и морены* – отложения ледников (здесь событийный метод связан с *климатостратиграфическим*);
- 2) *турбидиты* – отложения мутьевых потоков, которые могут быть связаны с землетрясениями (здесь событийный метод связан с *циклическим*);
- 3) *темпеститы* – отложения штормов;
- 4) *инундиты* – отложения наводнений;
- 5) *импактиты* – отложения ударных кратеров метеоритов и др.

В основе метода лежит корреляция с использованием маркирующих горизонтов (МГ) – сравнительно тонких регионально выдержанных и легко опознаваемых в поле или по аналитическим данным реперов, которые могут

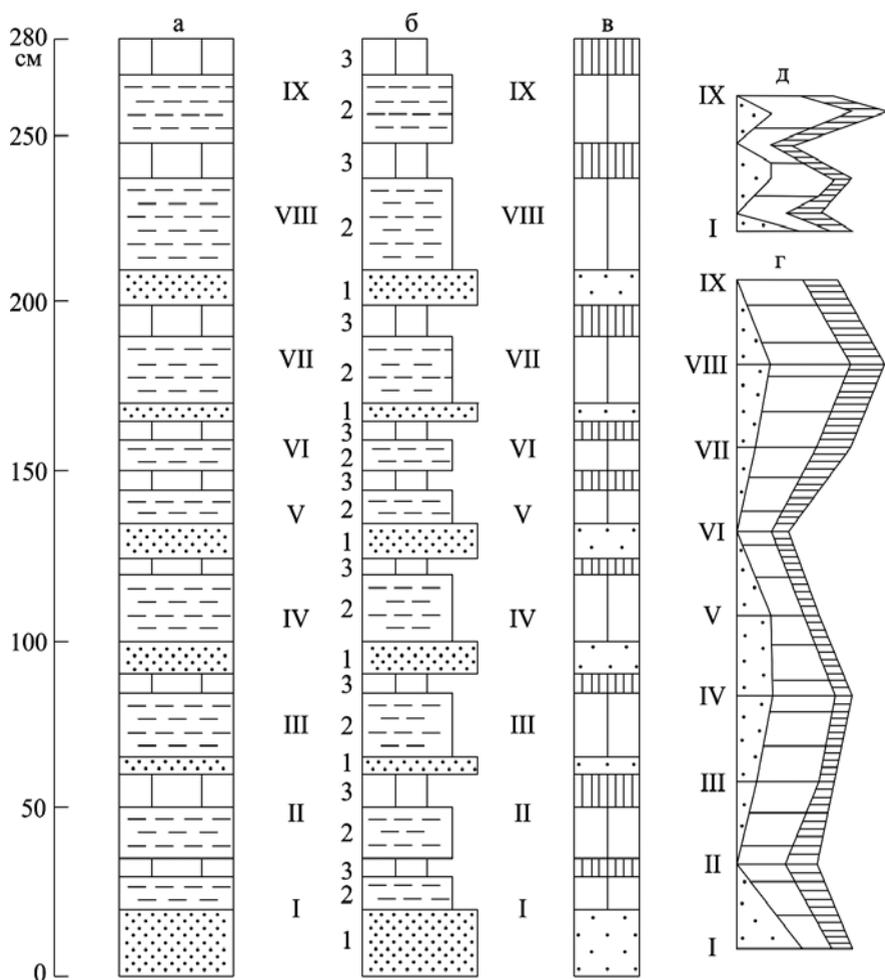


Рис. 1.2.53. Построение ритмограммы (Историческая геология, 1985): а – разрез; б – разрез разделен на ритмы (I–IX), выделены элементы (1, 2, 3) ритмов; в – элементы ритмов заменены условными знаками (произвольно); г – ритмограмма: колонки ритмов заменены отрезками горизонтальных линий (расположены друг от друга на равных расстояниях), границы элементов ритмов соединены прямыми линиями; д – ритмограмма того же разреза в более компактном и удобном виде: уменьшен вертикальный масштаб и убраны отрезки линий, обозначающих колонки ритмов (вертикальный масштаб ритмограмм выбирается произвольно, мощности элементов ритмов откладываются по горизонтали)

иметь свои индивидуальные названия, например «шарша», «гарнаша», «верхозем» и др.

Приведем в качестве примера (рис. 1.2.54) фрагмент описания скв. № 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, д. 9), выполненного профессором А.С. Алексеевым (МГУ):

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*

*Кревякинский горизонт*

*Суворовская свита*

Инт. 49,3-49,7 м. Выход керна (В.к.) 0,4 м. Слой 8. Известняк желтовато-серый, сильно пористый, с большим количеством ядер гастропод и двустворок, неравномерно перекристаллизован. *Шарша* (МГ, рис. 1.2.54).

Инт. 49,7-50,3 м. В.к. 0,6 м. Слой 9. Глина вишнево-красная с большим количеством обломков (до 1,5 см) известняка (0,25 м), ниже зеленовато-серая, содержит небольшие плоские обломки серой рыхлой породы и обломки известняка. *Гарнаша* (МГ).

Инт. 50,3-50,4 м. В.к. 0,1 м. Слой 10. Известняк зеленовато-серый, глинистый, среднезернистый, с брахиоподами и ядрами моллюсков.

Инт. 50,4-50,6 м. В.к. 0,2 м. Слой 11. Глина розовато-желтая и зеленовато-серая с прослойками известняка толщиной до 2 см.

Инт. 50,6-51,2 м. В.к. 0,5 м. Слой 12. Известняк зеленовато-серый, глинистый, тонкослоистый, вниз переходит в фиолетово-зеленую глину.



Рис. 1.2.54. Фрагмент керна скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, д. 9)

Инт. 51,2-51,9 м. В.к. 0,6 м. Слой 13. Известняк светло-серый с тонкими зеленоватыми глинистыми прослойками. *Верхозем (МГ)*.

Инт. 51,9-52,0 м. В.к. 0,1 м. Слой 14. Глина светло-зеленая с красными пятнами и обломками известняка до 7 см в поперечнике.

### **Вопросы для самоконтроля**

1.2.26. Для чего применяются циклический и событийный методы?

1.2.27. Какая взаимосвязь существует между циклическим и климато-стратиграфическим методами? А также другими методами?

1.2.28. Перечислите примеры событийных отложений.

**Секвентный метод** анализирует временной сейсмический разрез, который имеет вид обычного геологического профиля, но отличается от него вертикальным масштабом. Этот масштаб измеряется в единицах времени (секундах), за которое сейсмический сигнал доходит до отражающей поверхности и обратно. Такие разрезы называются «временными». На них зафиксировано положение множества отражающих сейсмических поверхностей, которые соответствуют конкретным пачкам или границам слоев, на которых проходит отражение сигнала (Габдуллин и др., 2008).

Анализ временного разреза позволяет абсолютно объективно и точно в любой точке профиля расчленить разрез при помощи отражающих поверхностей, сопоставить любые участки (фрагменты, разрезы) профиля путем прослеживания отражающих поверхностей. Также можно проследить отражающие поверхности и выявить взаимоотношение слоев: согласное или несогласное залегание, тип несогласия, наличие перерывов в разрезе. В результате такого анализа можно расчленить разрез на ряд *сейсмо-стратиграфических комплексов* (ССК) – непрерывных последовательностей тесно связанных между собой слоев, которые ограничены в краевой части бассейна перерывами и несогласными границами, а в центральной – либо так же, либо согласными границами. ССК – это типичное стратиграфическое подразделение (свита, серия), отвечающее четко ограниченному этапу геологического развития бассейна: от трансгрессии до регрессии. Американские геологи (П. Вайл и др.), разработавшие основные принципы сеймостратиграфии, употребляют для ССК термин «секвенция» (sequence – последовательность), а для стратиграфических построений, основанных на выделении секвенций, – «секвентная стратиграфия». Секвенция – стратиграфическая единица, сложенная согласной последовательностью генетически взаимосвязанных слоев и, ограниченная в кровле и подошве несогласиями либо соответствующими им согласными поверхностями.

Секвенция состоит из трансгрессивной, регрессивной и других частей, которые называют «трактами». В латеральном направлении в составе секвенции могут быть выделены сейсмофации, например: шельфовая, континентального подножия и т.п.

Первоначально особенностью секвенций (или ССК) считалось, что они выделяются только на основе анализа временных разрезов. Сегодня секвенции выделяются и на основе анализа обычных геологических разрезов (как и свиты). Авторы концепции связывают перерывы, несогласия и последующие трансгрессии не с местными тектоническими движениями в пределах данного бассейна, а с собственными, или *эвстатическими колебаниями уровня Мирового океана*. Таким образом, секвенции, для которых доказана их связь с эвстатическими колебаниями, имеют уже не местное, а общее значение. Анализ последовательности таких секвенций позволяет составить шкалу колебаний уровня Мирового океана в истории Земли, которая называется *эвстатической кривой*. При составлении этой кривой использовались и многие другие данные (например, распространение морских трансгрессий, изменение площади морских бассейнов в прошлые геологические эпохи), но установление последовательности и характера секвенций сыграло очень большую роль.

Расчленение разреза на пачки, отвечающие этапам наступления моря (*трансгрессии*), отступления моря (*регрессии*), позволяет выделить *циклы осадконакопления*.

Путем анализа каротажных диаграмм и литологического описания разрезов возможно выявить корреляционные уровни, которые позволят сопоставить «старые» и «новые» скважины, выделить орбитально-климатические циклы Миланковича, являющиеся реперами планетарного масштаба, контролирующие системы секвентных трактов (трансгрессии и регрессии, вызванные вариациями климата).

Комплекс геофизических работ, сопутствующий бурению, помогает решить проблемы расчленения разрезов и их межскважинной корреляции. Разная степень трещиноватости и кавернозности подмосковных каменноугольных известняков четко увязывается с системами трактов. Наиболее мелководные элементы в основном имеют органогенно-обломочную структуру и их пористость выше, чем у более глубоководных разновидностей. В процессе карстования биокласты быстрее выщелачиваются, повышая пористость, проницаемость и уменьшая прочность мелководных элементов. Это приводит к заметному контрасту физических свойств, выявляемых сейсмоакустическими методами.

Приведем **пример** применения секвентно-стратиграфического подхода при инженерно-геологических исследованиях на площадке изысканий (г. Москва, ЦАО, Берсеневская набережная, вл. 6) ([презентация В1, Д5](#)).

На рис. 1.2.55 приведен профиль в районе Берсеневской набережной Москвы. На нем видна четкая связь между ИГЭ и системами трактов (ТСТ – трансгрессивный, ТВС – высокого стояния). Например, наиболее мелководные образования начальной стадии развивающейся трансгрессии (ТСТ) представлены известняками кавернозными и в большей степени трещиноватыми (ИГЭ-11, 16, 21а). В нижней части неверовской и воскресенской свит присутствуют пачки переслаивания трещиноватых и кавернозных известняков и доломитов, а также доломитизированных глин и глин (ИГЭ-14, 19). Напротив, осадки высокого уровня стояния моря (ТВС-1) представлены глинами (ИГЭ-10, 13, 18), либо относительно менее кавернозными известняками (ИГЭ-15, 20б). При стабильном положении уровня моря бассейн начинает переполняться осадками и возникает мелеющая вверх последовательность второй половины тракта высокого стояния (ТВС-2), эродированная здесь только в известняках ратмировской подсвиты. ТВС-2 представлен трещиноватыми, пористыми в разной степени кавернозными известняками (ИГЭ-9, 20а) или толщами, аналогичными по составу нижней части неверовской и воскресенской подсвит, но повторяющимися зеркально-симметрично (ИГЭ-12, 17). Массив мячковских известняков здесь детально не изучался, поэтому образования песковской подсвиты на тракты не разделены. В данном интервале разреза каменноугольных отложений выделено 6 секвенций.

Обширные трансгрессии фанерозоя, вызванные долгопериодичными циклами эксцентриситета орбиты Земли, приводили к образованию огромных эпейрических (эпиконтинентальных) морей, в полных разрезах отложений разных областей которых устанавливается одна и та же последовательность фациально изменчивых осадков. Таким образом, пачки и практически отвечающие им ИГЭ, соответствуют системам трактов и являются хорошими местными и региональными реперами. Внутри них выделяются реперы еще более низкого порядка.

Анализ геологической истории района с позиции эвстатических вариаций (т.е. секвентный) облегчает работу геолога и позволяет еще до начала буровых и геофизических работ: а) наметить уровни залегания прочных и мало прочных пород, прогнозируя области развития карстовых полостей и возможного провала бурового инструмента; б) определить число и свойства инженерно-геологических элементов; в) оптимизировать и упростить опробование.

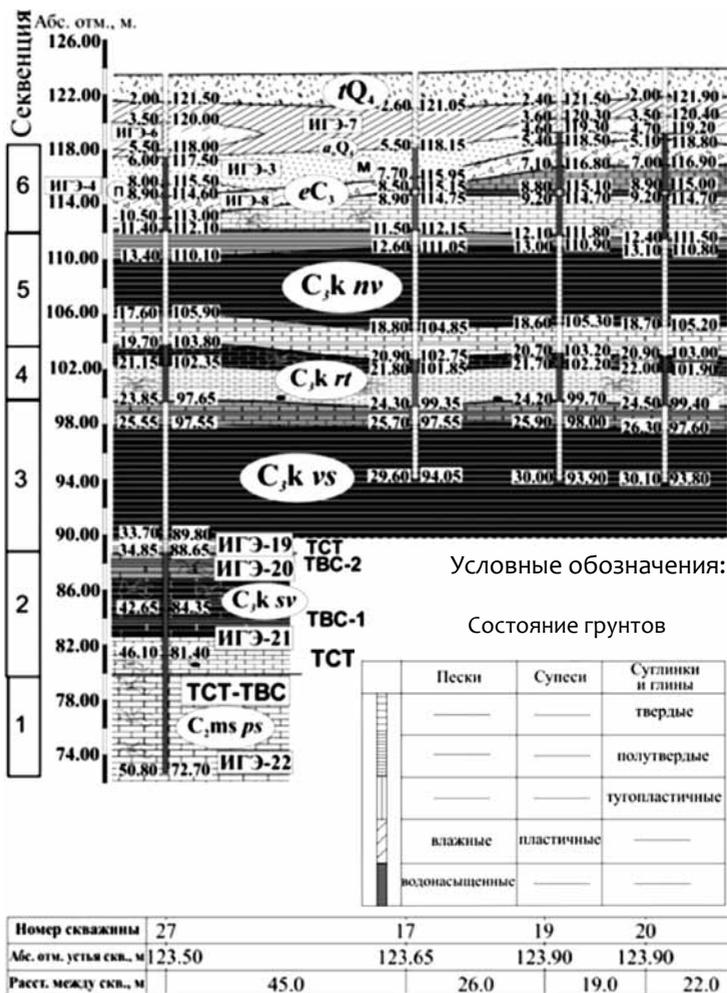
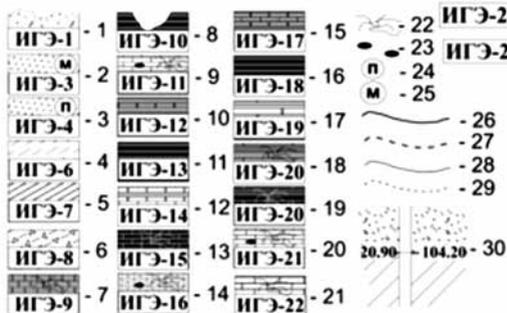
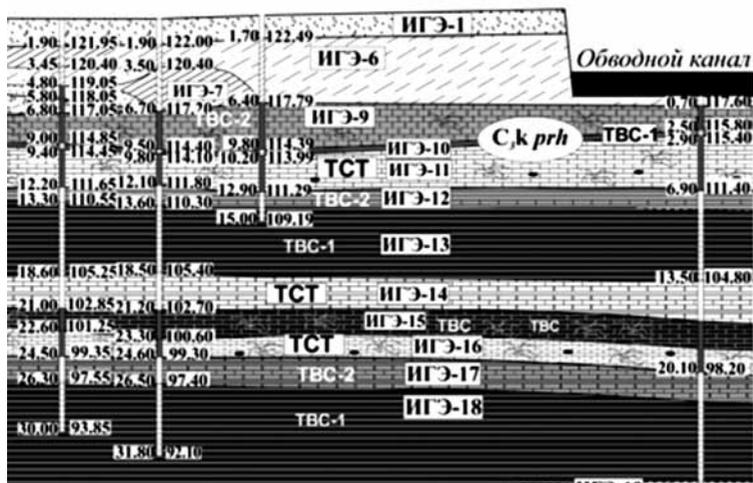


Рис. 1.2.55. Инженерно-геологический разрез района Берсенеvской набережной (Москва). Примечание: ИГЭ – инженерно-геологические элементы. Условные обозначения: 1 – техногенные грунты, 2 – пески мелкие, 3 – пески пылеватые, 4 – супеси, 5 – суглинки, 6 – глины щебнистые, 7 – доломиты и известняки, 8 – глины, 9 – известняки кавернозные и трещиноватые, 10 – известняки, глины, доломиты, 11 – глины, 12 – глины, доломиты, известняки, 13 – известняки трещиноватые, 14 – известняки трещиноватые и кавернозные, 15 – известняки, глины, доломиты, 16 – глины, 17 – глины, доломиты,



21	22	13-04	11-ГРТ
123.85	123.90	124.19	118.30
17.5	18.5	79.0	

18 – глины и трещиноватые известняки, 19 – глины и трещиноватые известняки, 20 – известняки трещиноватые и кавернозные, 21 – известняки трещиноватые, 22 – трещиноватость, 23 – кавернозность, 24 – мелкие пески, 25 – пылеватые пески, 26 – стратиграфические границы достоверные, 27 – стратиграфические границы предполагаемые, 28 – литологические границы и границы ИГЭ установленные, 29 – литологические границы и границы ИГЭ предполагаемые, 30 – глубина (слева) и абсолютная отметка подошвы слоя. Сокращения: С<sub>2</sub>т ps – песковская толща, остальные – см. в тексте

Для детальной корреляции в пределах площадки инженерно-геологических изысканий, района или части геологической структуры, как правило, достаточно пары из трех (событийный, секвентный и циклический) методов.

Объем инженерно-геологических работ строго регламентирован нормативными документами. Тем не менее, секвентный анализ позволяет правильно оценить геометрию пластов и интерполировать межскважинное пространство, спрогнозировать трудные для бурения участки или фрагменты разреза, число и свойства инженерно-геологических элементов, оптимизировать процесс опробования. Это позволяет сократить число аварийных скважин, время и расходы на проведение работ, делает работы более прогнозируемыми. Особенно актуальным это представляется на площадях со слабой геологической изученностью и при бурении в сложных условиях.

### **Вопросы для самоконтроля**

1.2.29. Для чего применяется секвентный метод?

1.2.30. Какая существует взаимосвязь между секвентным, циклическим и климатостратиграфическим методами? А также другими методами?

1.2.31. Как секвенции связаны с ИГЭ?

**Палеонтологический метод** базируется на *законе необратимости эволюции органического мира*: каждому отрезку геологического времени соответствуют характерные только для него растения и животные; следовательно, одновозрастные отложения близкого происхождения содержат сходные комплексы органических остатков. В истории развития организмов не было повторения одинаковых растений и животных (презентация Д4, Д6, Д7). Стратиграфические подразделения, выделяемые на основе палеонтологического метода, – биостратиграфические. Их номенклатура: зоны, слои с фауной или флорой (см. главу 2).

Значение различных групп фауны для биостратиграфии неодинаково. Есть группы, позволяющие проводить планетарные корреляции (например, *мезозойские аммониты* (рис. 1.2.56), *ордовикские и силурийские граптолиты* (рис. 1.2.57)); их называют *архистратиграфическими*. Это – преимущественно *пелагические планктонные* и *нектонные* формы, быстро расселявшиеся по всему свету.

Другие группы (главным образом, донные организмы), распространявшиеся в личиночной стадии, менее пригодны для широкой корреляции, но они играют ведущую роль в региональной биостратиграфии. Для исследования закрытых районов, изучаемых при помощи буровых скважин, огромное



Рис. 1.2.56. Раннемеловой аммонит

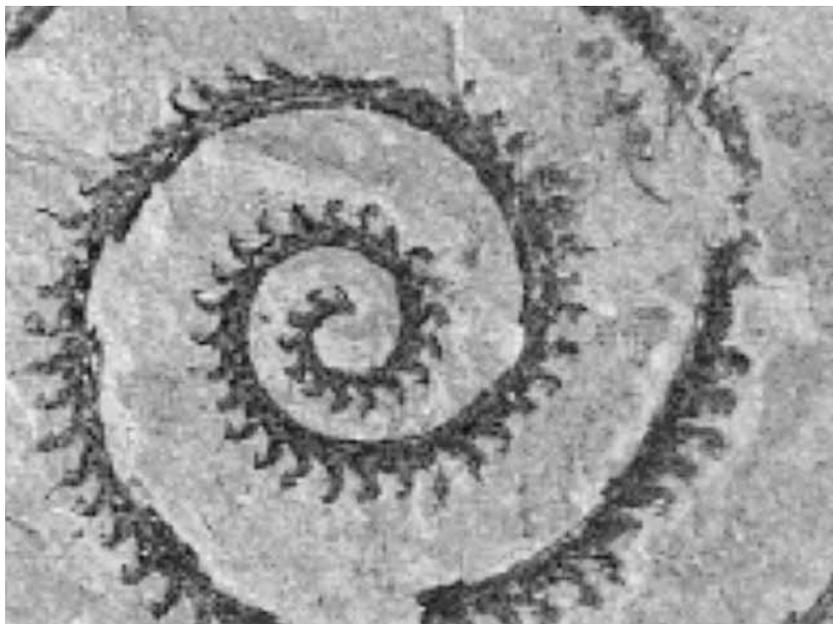


Рис. 1.2.57. Раннепалеозойский граптолит

значение имеют микроскопические органические остатки (*микрофоссилии*) животного, растительного и даже невыясненного происхождения. К микрофоссилиям относятся скелеты мелких животных (*фораминифер, радиолярий, остракод*), некоторых водорослей, споры и пыльца высших растений, мелкие фрагменты скелета (*конодонты, чешуйки рыб*).

При стратиграфических работах применяются также *палеомагнитный, экостратиграфический* и другие методы, однако, они почти не используются при инженерно-экологических исследованиях. Для выделения биостратиграфических подразделений и определения геологического возраста биостратиграфия использует следующие частные разновидности палеонтологического метода: методы *руководящих ископаемых, комплексного анализа, количественный (процентно-статистический), филогенетический, палеоэкологический*. Дадим характеристику основному методу – методу руководящих ископаемых.

*Метод руководящих ископаемых* основан на том положении, что разновозрастными считаются отложения с одинаковыми руководящими ископаемыми. Длительное время этот метод был основным. Он сыграл выдающуюся роль в установлении большинства систем, отделов, а впоследствии – ярусов на всех материках, в значительном удалении от стратотипических районов и зачастую при невысокой в то время геологической изученности. Интервал существования рода или вида руководящего организма может называться зоной, и к настоящему времени разработаны глобальные зональные схемы.

*Руководящие ископаемые* – органические остатки, принадлежащие группам, которые существовали очень недолгое время, но характеризуются очень широким распространением. Руководящие ископаемые должны иметь *широкое горизонтальное распространение* (для корреляции удаленных разрезов) и *узкое вертикальное распространение* (для детального расчленения разреза), встречаться часто и в большом числе экземпляров, а также легко распознаваться.

Руководящими могут быть роды и даже некоторые более крупные систематические группы (семейства, отряды, классы). Например, археоциаты (рис. 1.2.58) жили только в раннем кембрии. Другим примером могут служить мезозойские аммониты, по родам и видам которых выделено множество зон.

Применяя метод руководящих ископаемых, надо учитывать образ жизни организмов, так как они существуют в определенных условиях, зависят от среды обитания и поэтому не могут быть распространены повсеместно. Наряду с широко распространенными (*космополитными*) видами, существовали

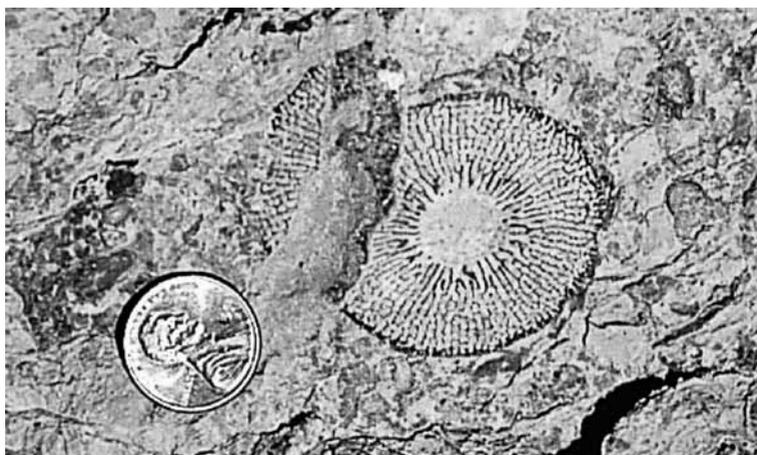


Рис. 1.2.58. Археоциат

виды, обитавшие на ограниченной площади (*эндемичные*). Так, в силуре юга Сибири и Монголии многочисленны находки брахиопод тувелл (*Tuvaella*). На этой территории тувеллы являются руководящими, занимая определенный интервал разреза, но провести по ним корреляцию с разрезами силура других районов невозможно, так как нигде больше они не встречаются.

**Пример.** Площадка инженерно-геологических изысканий расположена на левом борту долины р. Мзымта, несколько северо-восточнее впадения в нее р. Кепша, протягиваясь от р. Кепшинский до безымянного ручья (эл. илл. 1). Эта часть долины р. Мзымта сложена меловыми отложениями, которые западнее по Воронцовскому надвигу перекрываются известняками титонского яруса верхней юры.

Меловые отложения представлены терригенно-карбонатными породами, которые без видимой ритмичности чередуются в разрезе. Непосредственно на участке изысканий, а также к западу и юго-западу в естественных обнажениях и в скважинах были описаны отложения аптского и альбского ярусов нижнего мела; сеноманского, сантонского и кампанского ярусов верхнего мела. В целом карбонатность отложений возрастает вверх по разрезу: если в породах апта преобладают глины и алевриты, то альб-сеноманская часть разреза сложена преимущественно глинистыми и битуминозными мергелями с прослоями известняков и глин. Отложения же сантона-кампана практически целиком представлены мергелями и известняками.

Нижняя и средняя часть исследуемого склона сложены породами нижнего апта. Отложения альба характерны для верхней части склона, где

они были вскрыты некоторыми скважинами (например, 430 и 740). Сеноманские отложения в пределах площади работ представлены только в оползневых телах; в естественном обнажении они описаны только к юго-западу – в тальвеге безымянного ручья, врезанного в левый борт долины р. Мзымты западнее участка работ. Породы сантона и кампана развиты к западу от участка изысканий.

Ввиду плохой обнаженности контакты описываемых отложений с ниже- и вышележащими стратиграфическими подразделениями установлены лишь фрагментарно. Собранный материал не позволяет корректно судить о выдержанности стратиграфического разреза, равно как и о взаимоотношениях различных толщ, выделенных и описанных при геологических съемках 1:500000, 1:200000 и 1:25000 масштаба. В связи с этим описание стратиграфии отложений в пределах участка изысканий выполнено по международной стратиграфической шкале. Макрофоссилии почти не встречаются, поэтому помочь в стратиграфическом датировании, расчленении и корреляции может анализ микрофоссилий, например нанопланктона (водорослей с карбонатным скелетом). На основании такого анализа возможно оценить стратиграфическую полноту геологического разреза площадки (рис. 1.2.59). Пунктирными линиями показаны предполагаемые возрастные границы.

Особенно это представляется важным в районе распространения оползневых процессов, чтобы не принять оползневую пластину за массив коренных пород. В этом месте пройдут новые автомобильная и железнодорожная трассы «Адлер – Альпика-Сервис» ([видеоролики 3.2.1-3.2.3](#)), уже находящиеся на завершающей стадии строительства.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1.2.32. Для чего применяется палеонтологический метод?
- 1.2.33. Какие существуют разновидности метода?
- 1.2.34. Дайте определение руководящих ископаемых.

### **Применение методов прикладной стратиграфии в экологической геологии**

Экологические изыскания включают в себя целый комплекс различных исследований. Остановимся лишь на небольшом комплексе методов, для которых прикладная стратиграфия может иметь существенное значение.

Корректная общая оценка геологического строения участка изысканий необходима для правильной постановки *геоэкологического опробования и оценки загрязненности почв, грунтов, поверхностных и подземных вод*. Например, когда площадка инженерно-геологических изысканий располагает-



ся в области распространения активных оползней (рис. 1.2.60). Как правило, под активным современным оползневом телом есть еще несколько неактивных современных или древних тел, зеркала отрыва которых очень часто приурочены к зонам тектонических нарушений – разломам или надвигам. Такое сложное геологическое строение обуславливает и сложные гидрогеологические условия участка.

Оползневые процессы вызывают разрушение строений и инженерных коммуникаций, что может приводить к загрязнению окружающей среды. Примеры оползневых процессов можно найти в местах с разной геологической, тектонической, сейсмической и геоморфологической характеристикой: от платформ (например, Восточно-Европейская, Саратовское Поволжье, рис. 1.2.61) до орогенных поясов (например, Кавказ, Краснодарский край, рис. 1.2.62).

Например, по берегам р. Волги оползни связаны с формацией пещего мела позднемелового возраста, а также глинистыми и глинисто-кремнистыми толщами юры – нижнего мела и палеогена. На Кавказе (в том числе и в долине реки Мзымты) оползневые процессы приурочены к областям распространения глинистых толщ юрского, нижнемелового и палеогенового возраста.

При инженерно-геологических изысканиях важно пройти скважинами до коренных пород, отличив при этом крупные оползневые блоки от толщи действительно не затронутых гравитационными процессами грунтов.

В процессе отбора проб грунтов на эколого-геологические исследования из керна скважин важно анализировать весь геологический разрез в целом,



Рис. 1.2.60. Схема строения оползневой массы (www.bse.sci-lib.com)

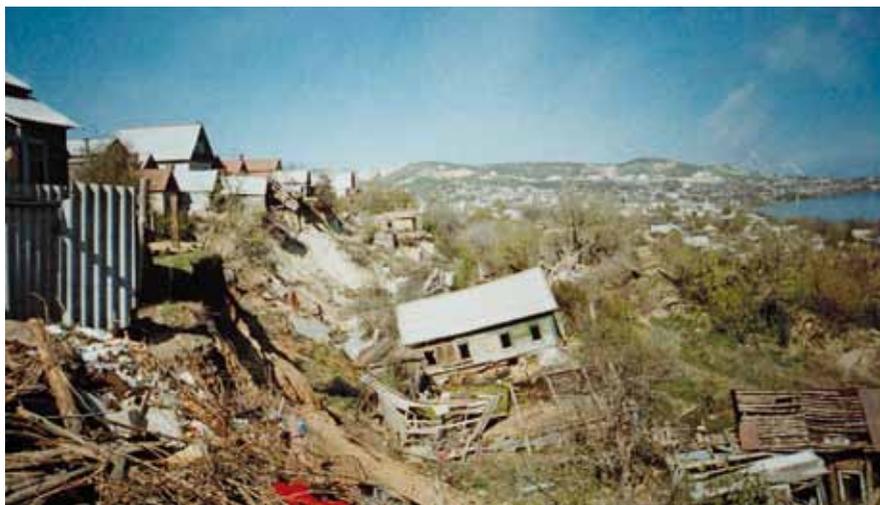


Рис. 1.2.61. Оползневые процессы на окраине г. Вольска (Саратовское Поволжье)



Рис. 1.2.62. Оползень, частично разрушивший полотно дороги Дагомыс – Сочи

т.к. иногда фрагменты керна могут быть выложены неверно. Это легко проконтролировать путем анализа трансгрессивно-регрессивных трендов (секвентная стратиграфия) морских осадков, последовательности межледниковых и ледниковых отложений (климатостратиграфия, циклостратиграфия) континентальных толщ. Эколого-геологическое (как и структурно-геологическое или инженерно-геологическое) дешифрирование аэрокосмических материалов с использованием различных видов съемок целесообразно проводить в комплексе с анализом всех видов других стратиграфических и общегеологических данных, т.к. любое дешифрирование – это авторская и отнюдь не единственно возможная интерпретация.

Как правило, при комплексном заказе изыскательских работ программа инженерно-экологических изысканий увязывается с программами других видов изысканий (в частности, инженерно-геологических), что позволяет избежать дублирования отдельных видов работ (бурения, отбора образцов и т.п.) и соответственно удешевить работы в целом. Именно поэтому методы прикладной стратиграфии позволяют оптимизировать опробование во всех видах изысканий.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1.2.35. Как применяются методы прикладной стратиграфии при инженерно-экологических работах?

1.2.36. Какие экзогенные процессы могут приводить к ухудшению экологической обстановки?

## ГЛАВА 2. СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

В России и в некоторых других странах (например, США) действуют *стратиграфические кодексы*, выполнение требований которых обязательно при проведении геологических работ. Эти кодексы являются сводом основных правил и рекомендаций, определяющих содержание и применение стратиграфических понятий, терминов и названий.

В Стратиграфическом кодексе предложена следующая структура стратиграфической классификации. Вместо применявшихся ранее местных подразделений и единой стратиграфической шкалы сегодня кодексом предусмотрено существование трех равноправных самостоятельных шкал. Кроме того, в кодексе предусматривается использование трех групп стратиграфических подразделений: основных, частных и вспомогательных (табл. 2.1, 2.2). Разрез, на котором впервые выделено данное стратиграфическое подразделение, носит название *стратотипа*, а район, где он располагается, называется *стратотипической местностью*. Общим стратиграфическим подразделениям соответствуют геохронологические эквиваленты (табл. 2.1). Практически все стратиграфические подразделения крупнее яруса имеют единые международные наименования (эл. илл. 2).

Таблица 2.1

Соответствие единиц стратиграфической и геохронологической шкал

Подразделения	
стратиграфические	геохронологические
эонотема (eonthem)	эон (eon)
эратема, или группа (erathem)	эра (era)
система (system)	период (period)
отдел (series)	эпоха (epoch)
ярус(stage)	век (age)
зона (zone)	фаза (phase)
звено	пора

**Основные стратиграфические подразделения.** Стратиграфические подразделения – совокупность горных пород, естественное геологическое тело, время формирования которых соответствовало определенному этапу геологической истории Земли. Общие подразделения устанавливаются с помощью различных методов. Для докембрийских образований в основном используют радиогеохронологические методы, а для фанерозоя – палеонтологические.

**Определение:** *эонотема* – это комплекс отложений, образовавшихся в течение самой крупной геохронологической единицы – зона (архейский, протерозойский и фанерозойский), длительностью многие сотни миллионов (и даже более миллиарда) лет. *Архейскую* (Archaen, AR) и *протерозойскую* (Proterozoic, PR) эонотемы объединяют под название «*криптозой*» (эра скрытой жизни), но чаще используют название «*докембрий*» (Precambrian), т.е. совокупность пород, образовавшихся до кембрийского периода. Основным критерием разделения *криптозоы* и *фанерозы* (Phanerozoic, PHZ) является присутствие только бесскелетных организмов в *криптозое* и появление большого разнообразия скелетных форм в *фанерозе*.

Таблица 2.2

Структура стратиграфической классификации, принятая в кодексе МСК

Стратиграфические подразделения	Категории стратиграфических подразделений		
	общие	региональные	местные
Основные	эонотема эратема (группа) система отдел ярус зона звено	горизонт лона (провинциальная зона)	комплекс серия свита
Частные	категория зональных биостратиграфических подразделений: биостратиграфические зоны разных видов		
Вспомогательные	категория литостратиграфических подразделений: толща, пачка, пласт (слой), маркирующий горизонт; категория биостратиграфических подразделений: слои с фауной (флорой)		

**Определение:** *эратема* или *группа* – составляет часть эонотемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение *эры* продолжительностью в первые сотни миллионов лет (в фанерозе). Эратемы отражают крупные этапы развития Земли и органического мира. Границы между ними соответствуют переломным рубежам в истории развития жизни. В фанерозе выделяют три эратемы: *палеозойскую* (Paleozoic, PZ), *мезозойскую* (Mesozoic, MZ) и *кайнозойскую* (Cenozoic, CZ).

**Определение:** *система* составляет часть эратемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение *периода* длительностью в десятки миллионов лет. Системе свойственны типичные для нее *семейства* и *роды* фауны и флоры. Для каждой системы на геологических картах приняты определенный цвет, являющийся международным, и индекс, образованный началь-

ной буквой латинского названия системы. В настоящее время в фанерозое официально узаконено 12 систем: *кембрийская* (Cambrian, C), *ордовикская* (Ordovician, O), *силурийская* (Silurian, S), *девонская* (Devonian, D), *каменноугольная*, или *карбоновая* (Carboniferous, C), *пермская* (Permian, P), *триасовая* (Triassic, T), *юрская* (Jurassic, J), *меловая* (Cretaceous, K), *палеогеновая* (Paleogene, Pg), *неогеновая* (Neogene, N) и *четвертичная*, или *антропогеновая* (Quaternary, Q). Названия большинства систем происходят от географических названий тех местностей, где они были впервые установлены.

**Определение:** *отдел* – часть системы; он характеризует отложения, образовавшиеся в течение одной *эпохи*, длительность которой обычно составляет первые десятки миллионов лет. В палеонтологическом отношении отделам свойственны характерные *роды* или *группы видов* фауны и флоры. Названия отделов даны по положению их в системе: *нижний*, *средний*, *верхний* или только *нижний* и *верхний*; эпохи соответственно называют *ранней*, *средней*, *поздней*. Некоторые отделы имеют собственные названия. Так, например, в каменноугольной системе – *миссисипий* и *пенсильваний*, в пермской – *предуральный*, *гваделупий* и *лопингий*, а в палеогеновой – *палеоцен*, *эоцен* и *олигоцен*.

**Определение:** *ярус* – часть отдела. Ему отвечают отложения, образовавшиеся в течение *века*, продолжительностью в несколько миллионов лет. Для яруса характерен определенный комплекс ископаемых организмов с типичными *родами* и *видами*. Названия ярусов обычно происходят от названий областей, районов, рек, гор, населенных пунктов, где находятся стратотипические разрезы. Иногда выделяют подъярусы: *нижний* и *верхний* или *нижний*, *средний* и *верхний*. На геологической карте ярусы закрашиваются оттенками цвета системы, а индексы их образуют путем добавления к индексу отдела начальной буквы латинского названия яруса:  $K_1v$  – валанжинский ярус,  $K_2c$  – коньякский ярус,  $P_1a$  – артинский ярус. В случае, если отдел имеет ярусы, начинающиеся с одной и той же буквы, к первой букве добавляется следующая согласная буква  $K_1ar$  – аптский ярус,  $K_1al$  – альбский.

**Определение:** *зона* является частью яруса и охватывает отложения, образовавшиеся в течение одной *фазы* порядка 1-3 млн лет. Ее границы устанавливаются по определенному зональному комплексу видов ископаемых организмов, который содержит формы, имеющие широкое географическое распространение и быстро эволюционировавшие. Название зоны дается по наиболее характерному виду зонального комплекса. Зона и фаза имеют название одного и того же вида-индекса. Например, зона или фаза *Virgatites virgatus* ( $J_3v_2-v$ ), рис. 2.1. Следует помнить, что не все ископаемые формы растений и



Рис. 2.1. Слева – фрагмент аммонита *Virgatites virgatus* (Buch)  $J_3 v_2-v$  (характеризует одноименную зону, т.е. *virgatus*), справа – ростр белемнита *Lagonibelus volgensis* (d'Orb.)  $J_3 v_2-p,v$  (характеризует зоны *panderi* и *virgatus*) из средневожских отложений скв. 2 на площадке изысканий (г. Москва, ЗАО, Кутузовский проспект, вл. 16 (территория завода «Филикровля»)) в марте 2008 г. Их совместное нахождение означает принадлежность фрагмента керна к зоне *virgatus*

животных являются руководящими ископаемыми, есть и сравнительно более долго живущие, т.е. медленнее эволюционирующие (рис. 2.2).

**Определение:** *звено* выделяется в составе четвертичной системы. В звено объединяют горные породы, сформированные во время *одного цикла климатических изменений: похолодания (ледниковье) и потепления (межледниковье)*. Звено должно иметь свой стратотип и *климатостратиграфическое* или *литолого-экологическое* обоснование. Четвертичная система состоит из четырех звеньев: нижне-, средне-, верхнечетвертичного и современного. Их раньше называли нижним, средним и верхним плейстоценом и голоценом (см. рис. 1.2.38). Согласно схеме 2008 г. (рис. 1.2.38, 1.2.39), четвертичную систему принято делить на эоплейстоцен, неоплейстоцен и голоцен.

**Стратиграфические подразделения частного обоснования** включают категории биостратиграфических зон разных видов. Они имеют локальное распространение, и их выделение обосновывается только палеонтологически (*презентации Дб, Д7*).

*Биостратиграфическая зона* представляет собой толщу горных пород, охарактеризованную комплексом органических остатков. Время ее образова-



Рис. 2.2. Ростр белемнита *Lagonibelus beaumonti* (d'Orb.), типичный для среднего и верхнего келловея ( $J_2k_{2,3}$ ) и перламутровые фрагменты отпечатка аммонита *Amoeboeras* sp., характеризующего оксфорский ярус ( $J_3ox$ ) из скв. 2 на площадке изысканий (г. Москва, ЗАО, Кутузовский проспект, вл. 16 (территория завода «Филикровля») в марте 2008 г. Плохая форма сохранности аммонита не позволяет определить его точнее (чем оксфорд), а значит, и сам возраст толщи. Белемнит определен точно, но он датирует относительно более широкий интервал

ния определяется временем эволюции отдельных групп фауны или флоры либо сменой экологических ассоциаций. Вертикальный объем зоны по разрезу ограничивается появлением и исчезновением комплекса органических остатков, а географическое распространение – ареалом развития зонального комплекса. Зональное расчленение разреза может быть проведено по разным группам ископаемых организмов. Например, наряду с зональным делением каменноугольной системы по *аммоноидеям*, существует зональное деление этой системы по *фузулинидам*, *брахиоподам* и *конодонтам*. Биостратиграфическая зона имеет свой стратотип и может разделяться на подзоны. Она образуется из названия одного или нескольких видов-индексов. Ее геохронологическим эквивалентом является то же название с добавлением слова «время».

**Вспомогательные стратиграфические подразделения.** Эти единицы не имеют строгого соподчинения, не являются обязательными, но в то же время они способствуют расчленению и сопоставлению отложений, в которых еще не обнаружены ископаемые остатки организмов, позволяющие установить основные или частные стратиграфические подразделения. Наиболее

часто употребляются *литостратиграфические* и *биостратиграфические* вспомогательные подразделения.

В качестве **литостратиграфических подразделений** применяют следующие: *толща, пачка, слой, залежь, маркирующий горизонт, линза* и т.д. Они называются обычно по характерным породам, цвету, литологическим особенностям или по характерным органическим остаткам, а название *толщи* может происходить от географического названия.

**Пример:** толща мергелей, толща известняков, толща красноцветов, макаривская толща и т.д.

*Пачки* обозначаются числами или буквами с названием горной породы в скобках.

**Пример:** пачка 1 (известняки), пачка 2 (мергели), пачка 3 (серые песчаники).

Название **биостратиграфических подразделений** происходит от характерных групп фауны или флоры, которые отличаются от организмов, встречающихся в ниже- и вышележащих слоях.

**Пример:** *слои* или *толщи* с Ginkgo, *слои* с Turrilites.

Геохронологическим эквивалентом вспомогательных стратиграфических подразделений является *время*.

**Пример:** время образования макаривской толщи, время образования пачки песчаников, время образования слоев с Turrilites.

**Местные стратиграфические подразделения.** Они представляют собой толщи пород, выделяемые по ряду признаков (в основном по их литологическому или петрографическому составу) и отвечающие этапу геологического развития данного района (бассейна). В свете их связи с этапом развития района они отличаются от литостратиграфических подразделений. Местные подразделения должны иметь ясно выраженные границы и относительно широкое распространение.

**Определение:** *комплекс* – самое крупное местное стратиграфическое подразделение. Чаще всего оно применяется при расчленении докембрия. Комплекс имеет очень большую мощность, сложный состав горных пород, сформированный в течение крупного этапа развития. На границе комплексов часто наблюдаются крупные несогласия, скачки метаморфизма горных пород. Комплексу присваивается географическое название по характерному месту его развития, например, *байкальский* или *беломорский* комплекс.

**Определение:** *серия* охватывает достаточно мощную и сложную по составу толщу горных пород и объединяет в своем составе несколько *свит*, для которых имеются какие-то общие признаки (рис. 2.3): 1) сходные условия

образования; 2) преобладание определенных типов горных пород; 3) близкая степень деформаций и метаморфизма и т.д.

Серия	Свита 4
	Свита 3
	Свита 2
	Свита 1

Рис. 2.4. Пример строения серии

Серии часто разделяются стратиграфическими и угловыми несогласиями. В США серии соответствует группа (Group), а свите – формация (Formation).

**Определение:** *свита* – основная единица местной шкалы, представляет собой толщу пород, образованных в определенной физико-географической обстановке и занимающих установленное стратиграфическое положение в разрезе. Она может состоять из однородных пород или из переслаивания их нескольких типов. Главные особенности свиты – наличие устойчивых литологических признаков на всей площади ее распространения, четкая выраженность границ и соответствие ее обособленному этапу геологического развития района. Возрастной объем свиты может изменяться от места к месту. На геологической карте площадь развития свиты закрашивается оттенком цвета системы, к которой она относится по возрасту. Индексы образуются путем прибавления к индексу отдела начальной латинской буквы названия свиты. Своё название свита получает по географическому местонахождению стратотипа.

**Региональные стратиграфические подразделения.** В их состав входят *горизонт* и *лона*.

**Определение:** *горизонт* – основное региональное подразделение, которое объединяет разновозрастные свиты и их части (рис. 2.4). Геохронологическим эквивалентом служит время.

Горизонт	Свита Западная	Свита Центральная	Свита Восточная
----------	----------------	-------------------	-----------------

Рис. 2.5. Пример строения горизонта

**Пример:** мячковский горизонт в среднем карбоне и мячковское время.

**Определение:** *лона* представляет собой провинциальную зону. Она устанавливается по комплексу фауны и флоры, характерному для данного региона, и отражает определенную фазу развития населявшего его органического мира данного региона. Границы лоны определяются по характерным

видам зонального комплекса. Лона должна иметь стратотип, содержащий зональный комплекс, и ее название происходит от *вида-индекса*. Геохронологическим эквивалентом лоны является *время*.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1.2.37. Какие документы регламентируют проведение геологических работ?

1.2.38. Какие существуют группы стратиграфических подразделений? Чем они отличаются между собой?

1.2.39. Дайте определение стратотипу и стратотипической местности.

1.2.40. На какие единицы делится каждая из трех групп стратиграфических подразделений?

### ГЛАВА 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТРАТИГРАФИИ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Рассмотрим примеры применения методов прикладной стратиграфии при инженерно-геологических и экологических изысканиях в разных геолого-тектонических условиях (сравнительно простых – на древней платформе и относительно сложных – в пределах горно-складчатого сооружения). Приведем анализ инженерно-геологического строения ряда строительных площадок Москвы, Саратова и района олимпийской стройки (гг. Дагомыс, Сочи, Адлер и долина р. Мзымты – южный склон Большого Кавказа).

#### 3.1. Региональная инженерная и экологическая геология территории г. Москвы

В Подмоскovie обнажаются породы меловой, юрской, каменноугольной систем (эл. илл. 3), которые перекрыты четвертичными образованиями (эл. илл. 4, 5). Эти породы входят в состав чехла Восточно-Европейской платформы, который называется Русской плитой (рис. 3.1.1). Чехол (или второй структурный этаж) платформы лежит на кристаллическом фундаменте (первом структурном этаже, рис. 3.1.2, 3.1.3). В структурном плане Москва и Подмоскovie расположены в пределах Московской синеклизы. В составе чехла также принимают участие отложения девона, перми, триаса, которые в пределах Московской области обнажаются фрагментарно и вскрыты скважинами (эл. илл. 6). Осадки позднего протерозоя, залегающие в основании чехла и в авлакогенах, не обнажаются (презентации ГЗ, Д5, П1-П5).



Рис. 3.1.1. Схематический геологический разрез верхней части осадочного чехла г. Москвы (Москва. Геология и город, 1997). Слева – шкала альтитуд (высот, м)

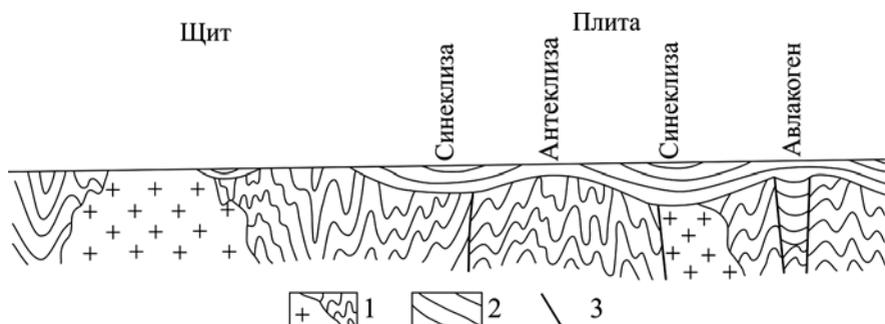


Рис. 3.1.2. Схема строения платформы: 1 – складчатый фундамент; 2 – платформенный чехол; 3 – разломы (Историческая геология, 1985)

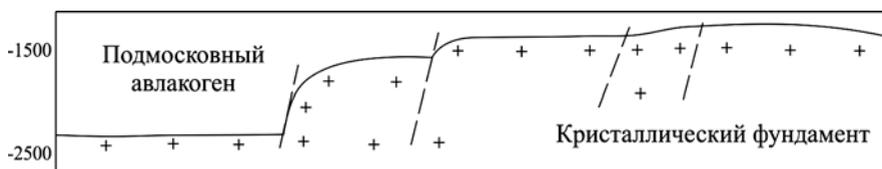


Рис. 3.1.3. Схема строения фундамента Восточно-Европейской платформы под г. Москва (Москва. Геология и город, 1997).

Целью данного раздела является рассмотрение некоторых особенностей регионального геологического строения Подмосковья и практического применения методов стратиграфии, а не подробное описание геологии региона, которое приведено в ряде работ (Средний карбон Московской синеклизы. Т. 1. Стратиграфия, 2001; Москва. Геология и город, 1997 и др.). Четвертичные отложения г. Москвы были рассмотрены в разделе 1.2: «Климато-стратиграфический метод». В качестве примера разреза мезозойских отложений приведено описание скв. № 1 на Теплостанской возвышенности (эл. илл. 7).

Согласно решению бюро РМСК по центру и югу Русской платформы от 16 марта 2010 г. о внесении изменений в региональную стратиграфическую схему средне- и верхнекаменноугольных отложений центра Восточно-Европейской платформы, в настоящее время действует новая схема стратиграфического расчленения среднего (табл. 3.1.1) и верхнего (табл. 3.1.2) отделов каменноугольной системы. Наиболее существенные изменения произошли в схеме расчленения дорогомилковского горизонта (рис. 3.1.4). Обоснование схемы и описание вновь выделенных свит приведено в статье (Алексеев, Горева, Реймерс, 2009). Также существенные изменения произошли в схеме расчленения касимовского яруса (рис. 3.1.4).

Таблица 3.1.1

Корреляционная схема «старого» (слева) и «нового» (справа) стратиграфического расчленения среднекаменноугольных отложений Подмосквья

Унифицированная схема русской платформы, 1988 (Решения..., 1990)					Предлагаемая схема								
общая шкала		региональная шкала	московская синеклиза. южное крыло		общая шкала поставления	региональная шкала	московская синеклиза. южное крыло						
ярус	подъярус	горизонт	свита	подсвита	ярус	подъярус	горизонт	серия	надсвита	свита			
московский					верхний		мячковский	мячковская	верхняя (песковская)		песковская		
									нижняя (новлинская)			домодедовская	
												коробчевская	
									подольский		подольская	шуровская	
					улитинская								
					васькинская								
					верхняя (шуровская)		средняя (улитинская)					нижняя (васькинская)	
					нижний		каширский	каширская	смедвинская		смедвинская		
									лопаснинская		лопаснинская		
							верхний		нарская		нарская		
									цнинская		цнинская		
					верейский		верейская	верхняя		ордынская			
нижняя		скниговская											
				альютовская									
московский					подольский		подольский	шуровская		шуровская			
								улитинская					
								васькинская					
					каширский		каширский	каширская	смедвинская		смедвинская		
									лопаснинская		лопаснинская		
									нарская		нарская		
									цнинская		цнинская		
					верейский		верейский	верейская	ордынская		ордынская		
									скниговская		скниговская		
									альютовская				

В качестве примера строения верхне- и среднекаменноугольных отложений рассмотрим описание скважины № III, расположенной на пере-

Таблица 3.1.2

Корреляционная схема «старого» (слева) и «нового» (справа) стратиграфического расчленения верхнекаменноугольных отложений Подмосквья

общая шкала	региональная шкала	московская синеклиза. южное крыло			общая шкала	региональная шкала	московская синеклиза. южное крыло										
		ярус	горизонт	серия			свита	подсвита	ярус	горизонт	серия	над-свита	свита				
ассельский	холодноложский	гжельский	ногинский		ногинская		мелеховский	мелеховская		городокская	мошачихинская						
										сенинская							
										ковровская							
			павлово-посадский	павлово-посадская	подольская	верхняя					дрезнинская						
						средняя											
						нижняя						кутузовская					
		добрятинский	добрятинская	амервская	верхняя		амервская	малинниковская									
					средняя			турабьевская									
					нижняя			речичкая	шелковская								
				верхняя (шелковская)	русавкинская												
				нижняя (русавкинская)													
				касимовский	дорогомиловский	дорогомиловская		яузская	верхняя (трошковская)		дорогомиловская	трошковская					
нижняя (измайловская)	мясницкая																
	садовая																
тестовская	верхняя (мещеринская)		пресненская														
			нижняя (перхуровская)				мещеринская										
								перхуровская									
хамовнический	хамовническая	верхняя (неверовская)				неверовская											
							нижняя (ратмировская)	ратмировская									
кревякинский	кревякинская	верхняя (воскресенская)				воскресенская											
							нижняя (суворовская)	суворовская									
гжельский	павлово-посадский	гжельский			павлово-посадский	павлово-посадская		гжельский	мелеховский	мелеховская		городокская					
												ногинский	ногинская		сенинская		
															ковровская		
												павлово-посадский	павлово-посадская			дрезнинская	
																	кутузовская
		добрятинский	добрятинская	амервская							амервская	малинниковская					
													турабьевская				
														речичкая	шелковская		
				русавкинская													
				касимовский					дорогомиловский	дорогомиловская			яузская			дорогомиловская	трошковская
мясницкая																	
	тестовская	верхняя (мещеринская)			пресненская												
нижняя (перхуровская)						мещеринская											
							перхуровская										
хамовнический	хамовническая	верхняя (неверовская)			неверовская												
						нижняя (ратмировская)	ратмировская										
кревякинский	кревякинская	верхняя (воскресенская)			воскресенская												
						нижняя (суворовская)	суворовская										

сечении Брянской улицы и Можайского вала (г. Москва), а также актуализацию стратиграфического расчленения согласно новым решениям РМСК. При полевом макроскопическом «экспресс-описании» керна геологом используется литостратиграфический метод (маркирующие горизонты – МГ) и палеонтологический метод (определение руководящих форм макрофоссилий).

Литолого-стратиграфическое описание скв. 1И, расположенной на пересечении Брянской улицы и Можайского вала (г. Москва)<sup>1</sup>

Закончена 14 мая 2008 г («ИНГЕОПРОЕКТ»)

Абсолютная отметка устья 132,5 м.

Четвертичные отложения до глубины 25,4 м.

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*

*Дорогомиловский (ранее – хамовнический) горизонт*

*Мещеринская (ранее – неверовская) свита*

Инт. 25,4-26,0 м. Выход керна (В.к.) 0,6 м (рис. 3.1.5).

1. Мергель доломитовый палевый и розовато-коричневый, с зеленоватыми белесыми пятнами оглеения.

Инт. 26,0-26,45 м. В.к. 0,45 м

2. Известняк зеленовато-розовато-серый, тонковолнистослоистый, участками криноидный, доломитизированный, с частыми следами зарывания *Zoophycos*.

Инт. 26,45-26,75 м. В.к. 0,2 м

3. Мергель доломитовый светло-коричневого, палевого цвета.

Инт. 26,75-28,0 м. В.к. 0,65 м

4. Сильно раздробленная сиреневая и коричневая, светло-коричневая доломитовая глина, иногда с тонкими (до 2,5 см) плитками известняка. В нижней части интервала встречена горизонтально залегающая плитка известняка до 3 см толщиной. Здесь же наблюдается фрагмент темно-зеленой глины с желтоватыми прослойками, образующей маркирующий слой в подошве мещеринской свиты.

---

<sup>1</sup> Описание выполнено А.С. Алексеевым (МГУ).

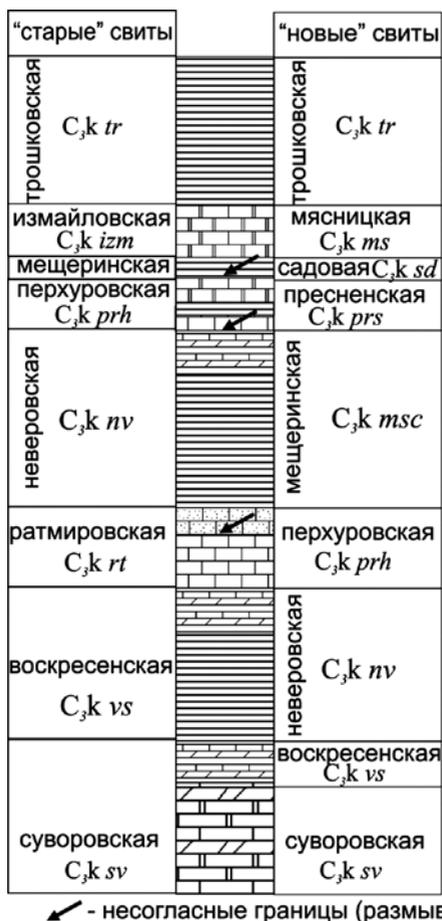


Рис. 3.1.4. Корреляционная схема «старого» и «нового» расчленения касимовского яруса. Рисунок А.С. Алексеева (МГУ)

*Перхуровская (ранее – ратмировская) свита*

Верхняя пачка

Инт. 28,0-28,3 м. В.к. 0,3 м

5. Известняк светло-серый, почти белый, массивный, прочный, одним куском.

Нижняя пачка

Инт. 28,3-30,4 м. В.к. 1,1 м

6. Известняк светло-серый и белый, тонкозернистый, прослоями фарфоровидный, часто с раковистым изломом, сверху с линзой ракушечника из



Рис. 3.1.5. Керн скважины 1И, расположенной на пересечении Брянской улицы и Можайского вала. Интервал 25,4–31,2 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)

ядер моллюсков. Здесь же находится фрагмент коричневого кремня 5 см в поперечнике. Керн извлечен в виде небольших фрагментов.

Инт. 30,4-30,55 м. В.к. 0,15 м.

7. Известняк светло-серый, крупнозернистый, органогенно-обломочный, состоит в основном из фрагментов скелетов мшанок и более редких раковин брахиопод, в том числе хонетид.

*Хамовнический (ранее – кревякинский) горизонт*

*Неверовская (ранее – воскресенская) свита*

Верхняя пачка

Инт. 30,55-31,0 м. В.к. 0,25 м

8. Глина фиолетово-красная с зеленоватыми пятнами.

Инт. 31,0-31,3 м. В.к. 0,3 м (рис. 3.1.6).

9. Доломит глинистый зеленовато-серый.

Инт. 31,3-31,5 м. В.к. 0,2 м.

10. Известняк светло-серый и слегка зеленоватый, органогенно-обломочный, среднезернистый, криноидно-мшанковый, с гнездами зеленой глины.

Инт. 31,5-31,55 м. В.к. 0,05 м



Рис. 3.1.6. Керн скважины 1И, расположенной на пересечении Брянской улицы и Можайского вала. Интервал 31,2–35,2 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)



Рис. 3.1.7. Керн скважины 1И (г. Москва, пересечение Брянской улицы и Можайского вала). Интервал 35,2–39,1 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)

11. Глина фиолетово-красная.

Инт. 31,55-31,75 м. В.к. 0,2 м

12. Дресва светло-серого крупнозернистого известняка в виде грубого песка. Разрушенный известняк.

Инт. 31,75-32,05 м. В.к. 0,3 м

13. Известняк зеленовато-серый, иногда с раковинами брахиопод *Admoskovia*, керн в виде мелких фрагментов.

Средняя пачка

Инт. 32,05-32,35 м. В.к. 0,3 м

14. Смесь сиреневого доломитового мергеля с мелкими (3-5 см) обломками зеленовато-серого мелкозернистого известняка.

Инт. 32,35-32,7 м. В.к. 0,35 м

15. Доломит глинистый сиреневый с зеленоватыми пятнами.

Инт. 32,7-35,4 м. В.к. 2,4 м

16. Глина вишнево-красная и кирпично-красная со светло-зелеными пятнами и прослойками.

Инт. 35,4-35,6 м. В.к. 0,2 м

17. Доломит глинистый сиреневый и зеленовато-серый, с мелкими кавернами выщелачивания.

Инт. 35,6-36,8 м. В.к. 1,2 м (рис. 3.1.7)

18. Глина кирпично-красная.

Инт. 36,8-36,9 м. В.к. 0,1 м

19. Доломит глинистый сиренево-красный.

Инт. 36,9-37,4 м. В.к. 0,5 м

20. Глина фиолетово-красная со светло-зелеными пятнами и прослоями.

Инт. 37,4-37,5 м. В.к. 0,1 м

21. Доломит глинистый фиолетово-красный.

Инт. 37,5-38,6 м. В.к. 1,1 м

22. Глина фиолетово-красная со светло-зелеными пятнами и прослоями.

Инт. 38,6-38,8 м. В.к. 0,2 м

23. Известняк зеленовато-серый, глинистый, тонкослоистый, с прослойками зеленой глины, с обильными следами зарывания *Zoophycos*.

Инт. 38,8-40,35 м. В.к. 1,55 м (рис. 3.1.8)

24. Глина фиолетово-красная со светло-зелеными пятнами и прослоями, в инт. 38,9-39,0 м – прослой доломита глинистого.

Нижняя пачка

Инт. 40,35-40,6 м. В.к. 0,25 м



Рис. 3.1.8. Керн скважины 1И (г. Москва, пересечение Брянской улицы и Можайского вала). Интервал 39,1–42,8 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)



Рис. 3.1.9. Керн скважины 1И (г. Москва, пересечение Брянской улицы и Можайского вала). Интервал 42,9–48,2 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)

25. Известняк светло-серый с зеленоватыми волнистыми глинистыми прослойками и пятнами.

Инт. 40,6-41,7 м. В.к. 1,1 м

26. Доломит глинистый зеленовато-серый, внизу с крупной (высотой не менее 15 см и шириной до 1-1,5 см) щелевидной каверной выщелачивания. Ниже глубины 41,5 м порода становится менее доломитизированной и в подошве (толщиной 8 см), переходит в известняк зеленовато-серый с мелким серым гравием карбонатных пород и крупной уплощенной (1×7 см) галькой подстилающего желтоватого известняка.

*Воскресенская (ранее – суворовская, верхняя пачка) свита*

Инт. 41,7-42,6 м. В.к. 0,9 м

27. Известняк светло-зеленовато-серый, детритовый, часто грубозернистый, иногда сильно пористый, в кровле с кавернами выщелачивания (до 3 см в поперечнике). Порода содержит частые ядра двусторчатых моллюсков и гастропод. В подошве слой содержит гальку (до 2-3 см в поперечнике) зеленоватого тонкозернистого известняка и мелкий гравий темно-серого известняка, много криноидного детрита и фрагменты раковин брахиопод.

Инт. 42,6-43,2 м. В.к. 0,4 м (рис. 3.1.9)

28. Глина фиолетово-красная.

Инт. 43,2-44,3 м. В.к. 1,1 м

29. Известняк зеленовато-серый, волнисто-слоистый, с тонкими прослойками зеленой глины, частыми следами зарывания *Zoophycos*. Вниз глинистость возрастает и переход в подстилающий слой постепенный.

Инт. 44,3-45,2 м. В.к. 0,85 м

30. Мергель сиреневый с желваковидными прослоями детритового известняка, в подошве прослой желтовато-серого криноидно-фузулинового известняка с мелкой (до 2 см) галькой зеленой глины.

Инт. 45,2-45,5 м. В.к. 0,15 м

31. Глина сиреневая с бурыми полосами.

Инт. 45,5-45,65 м. В.к. 0,15 м

32. Доломит глинистый сиреневый с желтовато-бурыми полосами.

*Суворовская (ранее – суворовская, нижняя пачка) свита*

Инт. 45,65-47,0 м. В.к. 0,55 м

33. Известняк светло-серый, слегка желтоватый, тонкозернистый, прочно сцементированный, участками комковатый, на отдельных уровнях со скоплениями ядер моллюсков. Керн извлечен в виде фрагментов толщиной 3-5 см («Шарша», маркирующий горизонт – МГ).



Рис. 3.1.10. Керн скважины 1И (г. Москва, пересечение Брянской улицы и Можайского вала). Интервал 48,2-50,0 м. Фото предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ)

Инт. 47,0-47,3 м. В.к. 0,25 м

34. Известняк глинистый зеленовато-серый, тонкослоистый, участка переходит в мергель.

Инт. 47,3-47,5 м. В.к. 0,1 м

35. Глина сиреневая.

Инт. 47,5-48,0 м. В.к. 0,5 м

36. Известняк глинистый зеленовато-серый, с линзовидными примазками зеленой глины, в нижних 0,2 м с линзами фиолетовой глины.

Инт. 48,0-48,2 м. В.к. 0,2 м.

37. Доломит глинистый сиреневый с зеленоватыми пятнами.

Инт. 48,2-48,9 м. В. к. 0,7 м (рис. 3.1.10).

38. Мергель доломитовый сиреневый, с тонкими прослойками зеленовато-серого детритового известняка толщиной 5-10 см.

Инт. 48,9-49,2 м. В.к. 0,3 м

39. Известняк светло-серый, детритовый, вверху с зелеными глинистыми примазками («Верхозем», МГ).

*Средний отдел*

*Московский ярус*

*Мячковский горизонт*

*Песковская свита*

Верхняя пачка

Инт. 49,2-49,5 м. В.к. 0,3 м

40. Известняк темно-серый, перекристаллизованный, калькрет. Кровля очень неровная.

Инт. 49,5-49,9 м. В.к. 0,4 м

41. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный, с редкими раковинами брахиопод *Choristites*, в подошве с уплощенной галькой известняка треугольной формы размером до 6 см в поперечнике.

Средняя пачка

Инт. 49,9-50,0 м. В.к. 0,1 м

42. Известняк светло-серый глинистый, доломитовый, с тончайшими волнистыми прослойками, похожими на стилолиты.

Сводный фотографический разрез скважины 1И в новых единицах шкалы РМСК приведен на рис. 3.1.11.

*В качестве другого примера переинтерпретации отложений касимовского яруса приведем разрез скважины 1831 (г. Москва, проспект Академика Сахарова; предоставлен А.С. Алексеевым (МГУ)), описанный А.С. Алексеевым, Д.В. Барановым, П.Б. Кабановым и др. (1998) (рис. 3.1.12).*

В Москве существуют опасные в карстово-суффозионном отношении районы (Москва. Геология и город, 1997). Карстовые процессы представляют собой не только проблемы при проведении *инженерно-геологических, проектировочных и строительных работ*, но и при *стратиграфическом описании разрезов*, затронутых этими процессами. Карстовые полости могут быть пустыми, ничем не заполненными и частично или полностью заполненными более молодыми осадками. В качестве заполнителя карстовых полостей могут выступать: брекчии, глины, слабо сортированные пески или песчаники (коллювий обрушения, пещерный элювий или аллювий), а также осадки, заполняющие полости при трансгрессии моря, которое полностью покрывает испещренный карстом карбонатный массив (рис. 3.1.13-3.1.15). В последнем случае возможно проникновение морских осадков глубоко внутрь массива, что не только меняет его физико-механические свойства, но и затрудняет понимание геологического строения участка изысканий. Зачастую многие *карстовые полости* или *провалы* ассоциированы с областями палеооползней, которые в свою очередь приурочены к погребенным древним долинам. Многие из этих палеодолин, однажды возникнув, наследуются далее в течение геологической истории в пределах участка изысканий.

Например, речная долина, возникшая в пределах приподнятого карбонатного плато в пост-каменноугольное время, являясь базисом эрозии, инициирует распространение оползневых процессов в слоистой глинисто-карбонатной толще Подмосковных отложений (рис. 3.1.16). Эти древние оползни и зоны смещения, дробления и отрыва усложняют геологическое

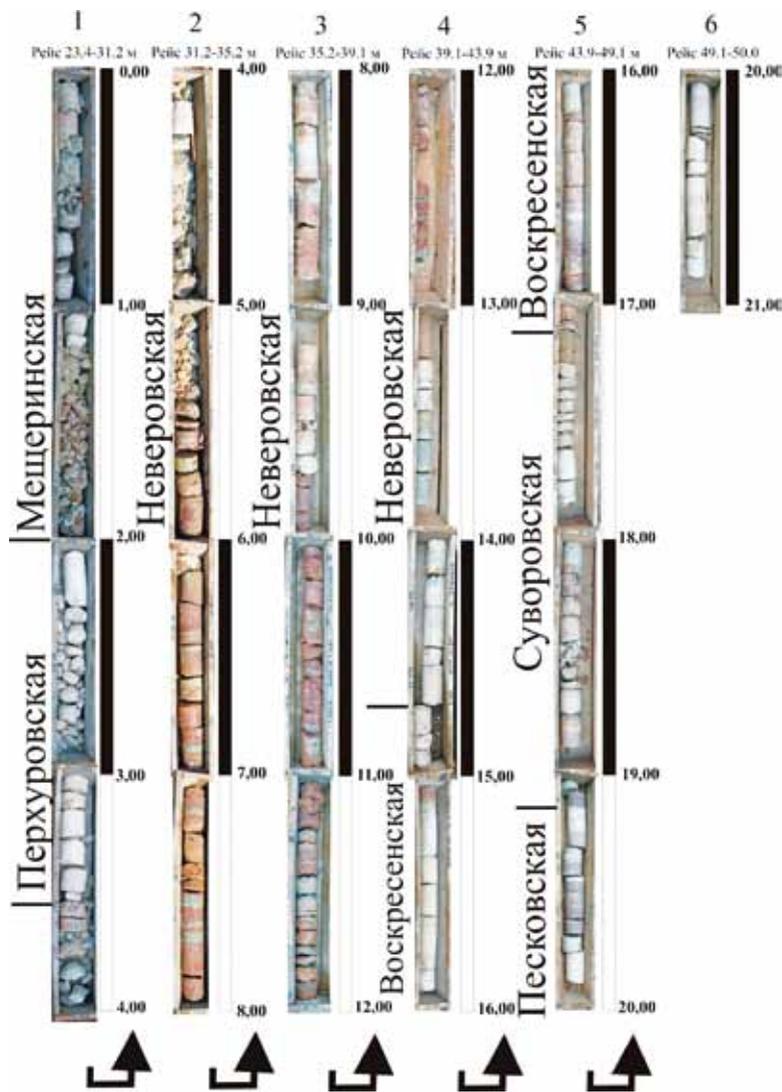


Рис. 3.1.11. Сводный фотографический разрез скважины 11 (г. Москва, пересечение Брянской улицы и Можайского вала). Составлено Р.Р. Габдуллиним по материалам А.С. Алексева (МГУ). Стратиграфическое расчленение произведено согласно новой схеме РМСК

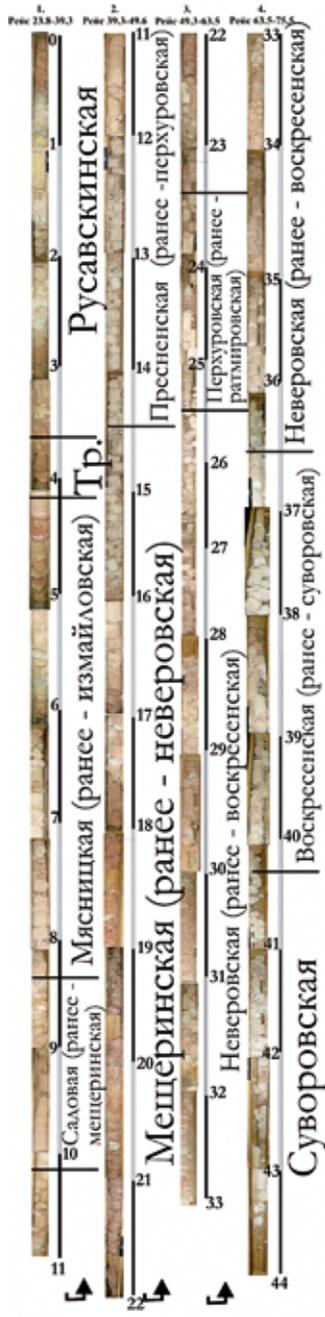


Рис. 3.1.12. Сводный фоторазрез скважины С-1831 (г. Москва, проспект Академика Сахарова). Составлено Р.Р. Габдуллин по керну и описанию А.С. Алексева (МГУ). Компьютерная графика выполнена А. Бабановой и Р.Р. Габдуллин (МГУ). Стратиграфическое расчленение проведено согласно новой схеме РМСК

### Скважина 1

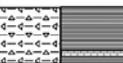
Стратиграфический индекс	Кровля Подосва карстовой полости		Литологический разрез	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	Литологическое описание пород
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м				
С <sub>ms mch</sub>	58,50	88,50		2,00	15в	Заполнение карстовой полости: черная глина тугопластичная с обломками сильновыветрелого, до песка (почти мука) известняка, слоистая, с гл. 60,0 - известняк светло-серый, сильно разрушенный, с тонкими прослойками зеленоватой глины, растворенный.
	60,50	86,50				

Рис. 3.1.13. Схема строения карстовых полостей на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Составлено Р.Р. Габдуллиным

строение и способствуют дальнейшему развитию эрозионных, карстовых и оползневых процессов. Некоторые из возникших депрессий и карстовых структур заполняются осадками перми – начала средней юры.

Затем во время юрской трансгрессии морские воды проникают (ингрессируют) по речным долинам, затопливая их. Одновременно морские воды проникают внутрь закарстованного массива. Проникнув внутрь, они частично переносят или полностью разрушают (эродируют) заполнение карстовых полостей, накопившееся в предыдущие геологические эпохи, а затем начинают заполнять уже морскими осадками пустоты в каменноугольных отложениях.

В итоге, внутри каменноугольных отложений периодически встречаются юрские. Часто такое строение массива воспринимается производственными геологами как неверное: «чередования юрских и каменноугольных отложений не может быть». Это, в свою очередь, приводит к ошибочному исключению юрских глин из разреза, путанице между глинами юрского и каменноугольного возраста и, в итоге, к невозможности сопоставления архивных скважин и текущего геологического материала. Утрачиваются реально существующие пустоты, их геометрия искажается, и сокращается их объем. В действительности при построении серии разрезов на западе и северо-западе г. Москвы установлено, что юрские отложения равномерно проникают внутрь каменноугольного массива приблизительно на одинаковую глубину до альтитуды 73 м (согласно имеющимся данным, возможно и глубже, эл. илл. 8, 9). Из приведенных геологических разрезов видно, что карстовые полости и провалы бурового инструмента хорошо коррелируются по латерали. Также видно, что над многими карстовыми полостями располагаются глубокие юрские морские врезы, которые зачастую наследуются четвертичными

Стратиграфический индекс	Кровля Подовая карстовой полости		Литологический разрез	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	Литологическое описание пород
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м				

### Скважина 2

Список метр	С <sub>рпс</sub>		Литологический разрез	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	Литологическое описание пород			
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м							
С <sub>рпс</sub>	53,00	94,00		2,00	156	Заполнение карстовой полости: в кровле - крошка и мелкие обломки известняка в глинисто-сульфатном заполнителе серо-зеленом, выше - щебень известняка с крошкой и мукой белой. В инт. 53,50-54,00 м 2 провала колоны по 10 см.			
	55,00	92,00		1,50	156	Заполнение карстовой полости: серо-зеленая глина микропластичная, к годовине - с мукой.			
	57,90	89,10		4,40	156	Заполнение карстовой полости: в верхней части в инт. 61,6-61,70 м - мука известняка в зелено-белом глинистом заполнителе, переходящая в нижней части в инт. 61,70-66,00 м в щебень известняка мелкий (до 3 см в поперечнике), находящийся в рыхлом белом муковитом заполнителе. Провал колоны в инт. 62,80-63,20 м.			
	59,40	87,60							
С <sub>кб</sub>	61,60	85,40		2,00	156	Заполнение карстовой полости: щебень известняка средне-черный мелкий-крупный, находящийся в рыхлом сульфатном заполнителе (муке) черном.			
	66,00	81,00							
С <sub>кб</sub>	67,50	79,50		0,20	156	Заполнение карстовой полости: глина серо-зеленая микропластичная с крошкой известняка.			
	69,50	77,50					0,40	156	Заполнение карстовой полости: щебень известняка в рыхлом песчаном заполнителе сером.
	75,50	71,50							
	76,50	70,50							
	76,90	70,10							

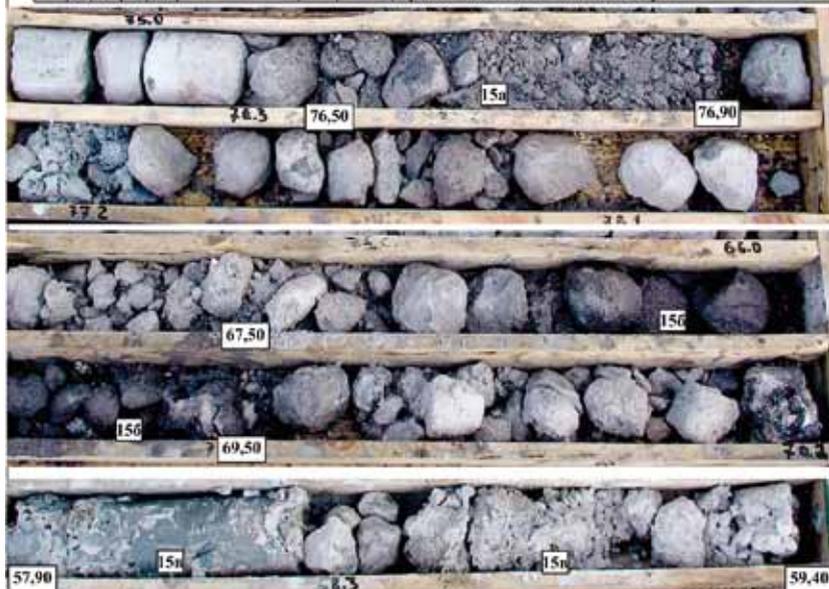


Рис. 3.1.14. Схема строения карстовых полостей на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Составлено Р.Р. Габдуллин

Стратиграфический индекс	Кровля		Литологический разрез	Мощность слоя, м	№ ИГЭ	Литологическое описание пород
	Глубина, м	Абсолютная отметка, м				

#### Скважина 4

$C_{ms}$	$mch$	64,00	83,00		2,68	15а	Заполнение карстовой полости: в верхней части в инт. 64,0-66,68м - песок светло-серый с черными глинистыми примазками, разнозернистый; тонкозернистый, пылеватый, иногда коупный, рыхлый, переходящий в нижней части в инт. 64,70-65,20 м в щебень известняка мелкий (до 3 см в поперечнике), находящийся в песчаном заполнителе.
$C_{dm}$		66,68	80,28			15в	
		66,70	80,30		0,02		

#### Скважина 5

$C_{ms}$	$mps$	52,60	94,60		1,50	15в	Заполнение карстовой полости: серо-зеленая, пятнами черная глина мягкопластичная в подошве и кровле с обломками сильно выветрелого известняка.
		54,50	92,70				

#### Скважина 6

$C_{ms}$	$mch$	52,80	94,50		0,80	15в	Заполнение карстовой полости: черная глина мягкопластичная с обломками сильно выветрелого, до песка (почти мука) известняка.
		53,60	93,70				

Рис. 3.1.15. Схема строения карстовых полостей на площадке строительства (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Составлено Р.Р. Габдуллиным



Рис. 3.1.16. Модель образования палеооползня. Компьютерная графика – Д. Боровая (МГУ). Стратиграфическое расчленение согласно «старой» схеме РМСК

ледниковыми и водно-ледниковыми врезами (заполненными флювиогляциальными и гляциальными осадками).

Даже в пределах одной площадки изысканий геологический разрез может существенно меняться всего на расстоянии нескольких десятков метров. В

районе третьего Силикатного проезда (эл. илл. 9) существуют единичные неширокие, но глубокие юрские и наследующие их четвертичные врезы – осложняющие («оперяющие») рельеф палеодолин притоки второго порядка. Показать их возможно лишь вне масштаба. Видно, что глубина вреза второстепенных долин сопоставима с глубиной вреза у главных, и что это связано с единством базиса эрозии, к которому стремятся второстепенные притоки. Такие узкие структуры легко потерять или не заметить, однако они сильно усложняют строение массива. Именно в местах расположения таких переуглубленных долин карстово-суффозионные процессы наиболее опасны и активны.

На территории г. Москвы, под 73-м кварталом р-на Щукино, располагается палеоподнятие в кровле каменноугольных отложений. В его верхней части залегает фрагмент относительно сохранившихся неверовских (по новой схеме) глин, под которыми располагается древнее оползневое тело, покрывающее элювий. Оно несет все признаки оползневого тела: породы частично деформированы, особенно глины, которые рассланцованы и содержат угловатые обломки фрагментов пластов известняков и доломитов. Некоторые из них «замотаны» в слои глины. Элементы залегания не выдержаны и меняются. Местами в керне удастся встретить углы падения до 30-40 градусов, что нетипично для синеклизы.

В самой подошве, на границе с известняками мячковского горизонта, встречены юрские кудиновские глины.

По периферии поднятия находятся ложбины, заполненные неверовскими глинами. Такое сложное строение возможно объяснить серией постседиментационных оползневых процессов. Именно под этим поднятием располагается крупная полость, частично заполненная голубыми юрскими кудиновскими глинами (альтитуда 73 м). Над ним – глубокий четвертичный врез (альтитуда 104,57 м). На левом краю профиля в районе Карамышевской набережной находится склон палеодолины. По его краям распространены древние оползневые тела (дрС3), механизм формирования которых приведен на рис. 3.1.16.

Подробно строение доюрских и более молодых палеодолин рассмотрим на примере площадки инженерно-геологических изысканий, расположенной на территории г. Москвы (СЗАО, ул. Зорге, 9) ([презентации Г3, Д5, П2–П5](#)). В процессе изысканий использованы *литологические, климатологические, цикло- и биостратиграфические, а также геофизические (гамма-каротаж (ГК), сейсмоакустическое просвечивание)* методы прикладной стратиграфии. Климатологические и циклостратиграфические методы использованы при расчленении четвертичной части разреза, содержащей ледниковые и водно-ледниковые от-

ложения. Метод ГК использован для коррекции первичного описания керна и межскважинной корреляции всего разреза, сейсмоакустическое просвечивание – для оценки геометрии и размеров карстовых пустот в межскважинном пространстве.

В геологическом строении (до глубины 85,0 м) принимают участие: голоценовый техногенный слой ( $tQ_{IV}$ ), верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения ( $aQ_{III}^1$ ), нижнеплейстоценовые – ледниковые ( $gQ_1dn$ ) и водно-ледниковые ( $flgQ_1o-dn$ ), верхне-, среднеюрские ( $J_{2,3}$ ) и верхне-среднекаменноугольные ( $C_{2,3}$ ) отложения (эл. илл. 10-12).

Далее приводится характеристика грунтов, слагающих территорию намечаемого строительства (сверху вниз).

*Голоцен. Насыпные грунты* ( $tQ_{IV}$ ) – развиты повсеместно с поверхности до глубины 8,8-9,5 м, неоднородны по составу и повсеместно представлены в верхней части обломками кирпича, асфальта и бетона (т.е. строительным мусором) в песчаном маловлажном заполнителе (мощность 1,5-4,9 м) и в нижней части – золоотвалами темно-серого цвета, с примесью песка, гравия, шлаков, с обломками древесины, угля, маловлажными и водонасыщенными. Характеризуются неоднородными низкими-высокими значениями естественной радиоактивности (2,5-32,5 мкР/ч, рис. 1.2.19). Мощность насыпных золоотстойников составляет 5,8-8,8 м. С поверхности часть площадки инженерно-геологических изысканий заасфальтирована, местами развит почвенно-растительный слой.

*Верхний плейстоцен. Аллювиальные отложения* ( $aQ_{III}^1$ ) – распространены повсеместно под насыпными грунтами кроме скважины 1-57/83 (западная часть площадки) и слагают верхнюю часть изученного разреза с глубины 8,8 м (скв. 4) до 12,70 м (скв. 1). Аллювий представляет собой толщу, сложенную супесями с тонкими прослоями песков. Супеси желтые, бурые, серые и коричневые, местами послойно ожелезненные, с тонкими прослоями и линзами песка, с гравием и галькой, пылеватые, пластичные. Характеризуются небольшими значениями естественной радиоактивности (8-12 мкР/ч, см. рис. 1.2.19). Аллювиальные отложения выполняют врез в северной части площадки в ледниковые ( $gQ_1dn$ ) и водно-ледниковые отложения ( $flgQ_1o-dn$ ) нижнего плейстоцена до глубины 12,70 м от поверхности (скв. 1). Мощность отложений составляет 0-3,1 м.

*Нижний плейстоцен. Ледниковые отложения донского горизонта* ( $glQ_1dn$ ) встречены почти повсеместно под аллювиальными (редко – под техногенными) отложениями (скв. 1-57/83). Отложения сложены суглинками легкими песчанистыми полутвёрдыми, желтовато-коричневыми с зеленова-

тым оттенком, с включениями гравия, гальки до 10-15%, ожелезнёнными, с небольшими значениями естественной радиоактивности (8-12 мкР/ч) (см. рис. 1.2.19). Мощность отложений меняется от 0 (северная часть площадки, скв. 1, С-1) до 3,0 м (скв. 3-57/83). Их кровля вскрыта на отметках от 135,76 (скв. С-2) до 137,66 м (скв. 1-57/83).

*Водно-ледниковые (флювиогляциальные межморенные – flgQ<sub>1o</sub>-dn) отложения* ошашковского-донского межледниковья вскрыты всеми скважинами под суглинками донской морены (в восточной части площадки) или под аллювиальными песками (на западной части площадки) и представлены песчаной толщей. Пески в верхней части разреза мелкие, ниже – средние, в основании – крупные бурые, серые, рыжие, зеленые, желтовато-коричневые, желтовато-серые, слоистые, слюдистые, ожелезнённые, средней степени водонасыщения (верхняя часть разреза, только в скв. 1-57/83) до водонасыщенных, в основном плотные и реже – средней плотности (только мелкие), с гравием и галькой до 5-10%. Обладают малыми значениями естественной радиоактивности – 2-11 мкР/ч, чаще – около 5 мкР/ч (см. рис. 1.2.19, 1.2.20). Мощность флювиогляциальных отложений меняется от 18,60 м (скв. С-1) до 23,43 м (скв. 1-57/83). Кровля этих отложений вскрыта на отметках от 134,26 (скв. С-2) до 135,60 м (скв. 5).

#### *Юрская система. Верхний отдел*

Отложения верхнего отдела юрской системы залегают повсеместно под межморенными флювиогляциальными отложениями нижнего плейстоцена (flgQ<sub>1o</sub>-dn). Эти отложения представлены глинами оксфордского и келловейского ярусов и по данным сейсмоакустического просвечивания характеризуются скоростями продольных волн ( $V_p$ ) от 1,3 до 1,6 км/с (см. рис. 1.2.14, 1.2.15) и высокими значениями естественной радиоактивности (для всех юрских глин, включая байосские) – 4-36 мкР/ч, чаще – около 15-20 мкР/ч (см. рис. 1.2.20).

*Отложения келловей-оксфордского ярусов нерасчлененные подосинковской свиты (J<sub>3</sub>cl-ox pd)* встречены на всей рассматриваемой территории под четвертичными отложениями за исключением скв. 1-57/83, где они, видимо, размыты в послепюрское время. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках 112,5 (скв. 5) – 116,5 (скв. 3) м. Представлены оксфордские отложения глинами полутвёрдыми тяжелыми, пылеватыми, чёрными и тёмно-серыми, слюдистыми, с остатками фауны. Мощность глин составляет 0,0 м (скв. 1-57/83) – 2,0 м (скв. 5).

*Отложения келловейского яруса великодворской свиты (J<sub>3</sub>cl vd)* вскрыты повсеместно под глинами подосинковской свиты. Кровля их прослежива-

ется на абсолютных отметках 112,56 (скв. 1-57/83) – 114,90 (скв. 2) м. Они представлены серыми полутвердыми тяжелыми пылеватыми глинами с тонкими прослоями обызвествленных глин и оолитовых мергелей. Мощность – 4,1 (скв. 3) – 5,4 (скв. 1-57/83) м.

Суммарная мощность глин келловейского и оксфордского ярусов составляет 5,4 (скв. 1-57/83) – 6,8 (скв. 1) м.

#### *Средний отдел*

Доюрская долина заполнена песчано-глинистыми отложениями байосбатского яруса ( $J_2b$ -bt): песками москворецкой толщи (вверху) и кудиновскими глинами (внизу). Обе толщи распространены в пределах всей площадки инженерно-геологических изысканий.

Выполняющие долину юрские отложения по данным бурения (ООО «ЦГИ» и предшествующих изысканий) и сейсмоакустического просвечивания местами характеризуются крутыми углами залегания и, как следствие, отсутствием четко выраженной горизонтальной слоистости. Результаты сейсмического просвечивания по линиям скважин 2–4–6 и 5–4–3 представлены соответственно на рис. 1.2.14, 1.2.15. По данным сейсмоакустического просвечивания водонасыщенные пески москворецкой толщи характеризуются значениями скорости продольных волн 1,5-1,7 км/с, кудиновские глины с прослоями алевритов и включениями рыхловатых обломков известняка значениями скорости продольных волн 1,8-2,2 км/с.

*Отложения батского яруса москворецкой толщи ( $J_2btms$ )* встречены повсеместно под келловейскими глинами великодворской свиты. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках 110,40 (скв. 3) – 106,96 (скв. 1-57/83) м. Пески серые, темно-серые, мелкие, местами глинистые и с обломками обуглившейся древесины, средней степени сложения, водонасыщенные. Обладают малыми значениями естественной радиоактивности – 2-11 мкР/ч, чаще – около 5-7,5 мкР/ч (рис. 1.2.20). Только в скв. 1 в центральной части песков имеется линзовидный прослой глин твердых серо-коричневых алевритовых (1 м). Мощность толщи: 3,1 (скв. 3) – 10,50 (скв. 1) м.

*Отложения байосского яруса кудиновской толщи ( $J_2bt kd$ )* встречены повсеместно под батскими песками москворецкой толщи. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках 107,30 (скв. 3) – 96,50 (скв. 1) м. Глины коричневато-серые и голубовато-серые, легкие, пылеватые, местами карбонатные, с прослоями и линзами песка, с обломками обугленной древесины, полутвердой консистенции. Глины имеют более высокие значения естественной радиоактивности (25-36 мкР/ч), чем вышележащие келловей-оксфордские. Мощность толщи: 1,3 (скв. 3) – 7,3 (скв. 5) м.

### *Каменноугольная система. Верхний отдел*

Повсеместно ниже кудиновских глин байосского яруса залегают верхнекаменноугольные образования, представленные в верхней части оползневыми телами ( $dpC_3$ ), в средней и верхней частях – элювием ( $eC_3$ ), в нижней части – глинами воскресенской подсвиты ( $C_3k vs$ ) и известняками суворовской подсвиты ( $C_3k sv$ ).

Оползни и элювий плащеобразно покрывают сильно расчлененную доюрскими долинами кровлю коренного массива каменноугольных отложений и по данным сейсмоакустического просвечивания этот интервал разреза характеризуется отсутствием четко выраженной горизонтальной слоистости, а ниже – в самом массиве, присутствует большое число низкоскоростных аномалий.

*Оползневые смещенные каменноугольные отложения* ( $dpC_3$ ) местами встречаются ниже байосских глин кудиновской толщи. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках 106,00 (скв. 3) – 103,00 (скв. 2) и до их полного выклинивания на абс. отметках 92,00 (скв. 1) – 99,76 (скв. С-2) м. Они представлены суглинком легким песчаным полутвердым, реже – глиной, глинистой брекчией с дресвой, мощностью 0-6,7 м. Внутри нее выделяются отторженцы известняков каменноугольного возраста средней крепости, трещиноватые, находящиеся в смещенном состоянии мощностью до 2,5 м (абс. отм. 101,00-103,5 м).

По данным сейсмоакустического просвечивания к северу от скв. 4, в районе скв. 2 на абсолютных отметках 96,0–102,0 м выделяется оползневое тело верхнекаменноугольных глин, которому на полученном разрезе соответствует зона со скоростью  $V_p = 2,2-2,3$  км/с (см. рис. 1.2.14-1.2.15). Оползневые тела обладают разнородными значениями естественной радиоактивности – 2-20 мкР/ч, блоки известняков – около 2-10 мкР/ч (см. рис. 1.2.20).

*Элювированные переотложенные каменноугольные отложения* ( $eC_3$ ) встречаются локально ниже байосских глин кудиновской толщи или под оползневыми телами ( $dpC_3$ ). Кровля их прослеживается на абсолютных отметках от 96,30 (скв. 2) – 100,80 (скв. 4) м. Элювий залегают плащеобразно и представлен разрушенными, растворенными известняками и пестроцветными глинистыми брекчиями и брекчированными глинами твердыми песчанистыми уплотненными с фрагментами известняков. Обладает малыми значениями естественной радиоактивности – 5-16 мкР/ч, чаще – около 5-10 мкР/ч (см. рис. 1.2.20). Мощность 0-2,10 (скв. 5) м.

### *Касимовский ярус. Кревякинский горизонт*

*Отложения воскресенской подсвиты* ( $C_3k vs$ ) встречаются редко (только в скв. 4 и 1-57/83, в центральной части площадки инженерно-геологических

изысканий) ниже элювия (eC3). В остальной части площадки они эродированы. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках от 99,50 (скв. 4) – 99,56 (скв. 1-57/83) м. Глины красные твердые мощностью 0–2,8 м (скв. 4), с редкими прослоями доломитов и известняков, значения естественной радиоактивности – от 4 до 16 мкР/ч (см. рис. 1.2.20).

*Отложения суворовской подсветы (C<sub>3</sub>k sv)* встречаются локально (отсутствуют в скв. 1, 2, 3 и 5) ниже глин воскресенской подсветы (eC<sub>3</sub>) и сильно закарстованы. В остальной части площадки они эродированы. Кровля их прослеживается на абсолютных отметках 97,70 (скв. 4) – 99,76 (скв. С-2) м. В их верхней части наблюдается известняк желтовато-серый, сильно пористый, с большим количеством ядер гастропод и двустворок, неравномерно перекристаллизованный. «Шарша» (МГ – участками слабо кавернозный, трещиноватый). В нижней части выделяется переслаивание пестроцветных (буро-коричневых, красных, розовых, серых, зеленых) глин полутвердых и известняков серых и светло-зеленых, глинистых, средне-мелкозернистых, кавернозных, трещиноватых средней прочности и прочных. В подошве залегают глинистая брекчия (10 см) с обломками известняка, выше – известняк светло-серый с тонкими зеленоватыми глинистыми прослойками («верхозем» – МГ). Мощность – 0–3,6 м (скв. 6).

Ниже повсеместно вскрыт сильно закарстованный массив известняков мячковского горизонта.

*Средний отдел. Московский ярус. Мячковский горизонт (C<sub>2</sub>ms mch).* Отложения горизонта распространены повсеместно и перекрываются в разных частях площадки инженерно-геологических изысканий: байосскими глинами кудиновской толщи (северо-запад, только скв. 1), элювием (большая часть скважин), суворовскими известняками (спорадически). Кровля их прослеживается на абсолютных отметках от 92,00 (скв. 1) – 95,00 (скв. 4) м. Вскрыты в составе песковской (C<sub>2</sub>ms ps), домодедовской (C<sub>2</sub>ms dm) и коробчевской (C<sub>2</sub>ms kb) подсвет (т.е. полный разрез горизонта) глубокими скважинами. Отложения представлены известняками и доломитами светлой окраски средней крепости и крепкими, разной степени трещиноватости и кавернозности (значения естественной радиоактивности около 5 мкР/ч, см. рис. 1.2.21), с подчиненными прослоями глин и мергелей (значения естественной радиоактивности до 10–15 мкР/ч). Мощность – 21,90 (скв. 2) – 23,70 (скв. 4) м.

По данным сейсмоакустического просвечивания нижняя часть разреза на интервале абсолютных отметок от 74 до 98 метров сложена суворовско-мячковско-подольскими отложениями (C<sub>3</sub>k sv-C<sub>2</sub>ms mch-pd) – переслаивающимися доломитами и известняками, которым соответствуют в основном по-

ниженные значения скоростей продольных волн (2,3-2,6 км/с), нехарактерные для подобных отложений на такой глубине. Этот факт объясняется достаточно высокой степенью трещиноватости и кавернозности пород.

*Подольский горизонт* повсеместно вскрыт глубокими скважинами под московским в составе щуровской ( $C_2mc sr$ ) подсквиты. Кровля его прослеживается на абсолютных отметках от 72,80 (скв. 2) – 74,00 (скв. 4) м. Он вскрыт на глубину до 12 м (абс. отм. 62,0 м). В качестве его отличия от вышележащих известняков мячковского горизонта по данным сейсмоакустического просвечивания можно отметить большую долю пород средней прочности и прочных, которым соответствуют значения  $V_p = 2,4-2,6$  км/с (см. рис. 1.2.14, 1.2.15). В остальном же он литологически идентичен и характеризуются теми же значениями естественной радиоактивности (см. рис. 1.2.21).

Вскрытая мощность пород среднего карбона составляет до 33 м и представляет собой зону древнего карста, в которой встречаются полости мощностью до 6,1 м, заполненные продуктами разрушения известняков и доломитов (мука, песок, супесь, щебень с заполнителем и без такового), глинами в интервалах глубин 50,0-74,0 (абс. отметки 73,0-97,0) м. В результате инженерно-геологических изысканий удалось классифицировать заполнители карстовых полостей, выделив три разновидности ИГЭ: песок разнозернистый с щебнем известняков (15а) мощностью от 0,4 до 2,68 м; мука или супесь с щебнем известняков (15б) мощностью 2,0-4,40 м и глина (иногда с мукой, щебнем известняков) мощностью от 2 см до 2 м (15в). Обычно в верхней части полости залегает песок, ниже – мука, а в основании – глина. Ввиду сложности строения и сильной вариации мощностей, а также невозможности отбора всех разновидностей заполнителей карстовых полостей (от сантиметров до метров) на колонках и разрезах они показаны одним крапом и одним знаком – ИГЭ-15. Детальное строение полостей с распределением в них трех разновидностей (15а-в) приведено на сравнительной схеме строения полостей (см. рис. 3.1.13-3.1.15).

Над полостями (иногда – внутри карстовых полостей) и в массиве известняков происходили провалы бурового инструмента от десятков см до одного метра (скв. 1-57/83). Контуры полостей хорошо прослеживаются в скважинах, пробуренных ООО «ЦГИ», по результатам предыдущих изысканий и по данным сейсмоакустического просвечивания (см. рис. 1.2.14, 1.2.15).

Низкоскоростные аномалии на профилях сейсмоакустического просвечивания (см. рис. 1.2.14, 1.2.15) хорошо коррелируются с соответствующими зонами в скважинах. Например, в районе скважины № 5 толще элювия и нижележащей карстовой полости с глинисто-известковистым заполнителем на интервале абсолютных отметок от 92,5 до 96,5 метров соответству-

ет зона с низкими значениями скорости около 2,0 км/с, которая прослеживается на несколько метров вглубь массива. По всему сечению по линии скважин 2–4–6 прослеживается слой низкоскоростных пород (значения скоростей колеблются в пределах 1,9-2,2 км/с), также соответствующий на скважинах карстовым полостям, заполненным глинами, мукой известняка и щебнем известняка в рыхлом заполнителе. Вдоль всего целика между скважинами 2 и 4 в интервале абсолютных отметок от 90 до 96 метров, соответствующем кровле известняков, наблюдаются также пониженные значения скоростей от 2,0 до 2,2 км/с, что объясняется сильной разрушенностью пород. Низкоскоростные аномалии хорошо коррелируются с повышенными (до 20 мкР/ч) и высокими (до 32 мкР/ч) значениями естественной радиоактивности, если полости выполнены глиной (см. рис. 1.2.20, скв. 2). Если в полости присутствует песок или мука, то их естественная радиоактивность не превышает 5-10 мкР/ч (см. рис. 1.2.20).

Единственным участком, где скорости продольных волн достигают значений, характерных для соответствующих пород в подобных условиях залегания, является участок в районе скважины № 6 на абсолютных отметках 88-92 м. Здесь  $V_p = 2,8-2,9$  км/с. Однако ниже этого участка наблюдается зона пониженных значений скоростей (2,1-2,4 км/с).

В электронном приложении отражена общая характеристика инженерно-геологического и экологического строения г. Москвы и ее окрестностей, а также конкретная характеристика ряда площадок изысканий (презентации Г3, Д5, видеоролики 3.1.1-3.1.19).

### **3.2. Региональная инженерная геология Северо-Западного Кавказа**

*Инженерно-геологические и геоэкологические исследования долины реки Мзымта и района гг. Дагомыса, Сочи и Адлера в настоящее время постоянно проводятся в связи со строительством объектов Олимпиады 2014 года. Помимо собственно спортивных объектов и питающих их инженерных коммуникаций здесь создается транспортная инфраструктура, например, железнодорожная и автомобильная трассы «Адлер – Альпика-Сервис» (видеоролики 3.2.1–3.2.3, презентация Г3, рис. 3.2.1). Возведен новый терминал аэропорта (видеоролик 3.2.4), идет строительство нового порта (видеоролик 3.2.5).*

Все инженерно-изыскательные и строительные работы необходимо проводить при четком понимании геологического строения территории и динамики развивающихся в данной местности экзогенных процессов. Так, например, 14.12.2009 г., во время первого шторма с начала строительства гру-



Рис. 3.2.1. Расширение железнодорожного полотна в районе станции «Адлер» летом 2009 г. Вдоль забора идет ветка однопутной железной дороги

зового порта Сочи, произошла интерференция (суммирование переотраженных волн) в устье реки Мзымта ([видеоролик 3.2.6](#), [www.youtube.com](http://www.youtube.com)): волны, проходящие сквозь **пока еще** полый мол, с незабетонированными сваями и отсутствующими шпунтами, отражались от береговых укреплений и многократно увеличивались (по данным метеорологической службы, волнение моря вне акватории порта составило 5-7 баллов). В итоге, были полностью уничтожены части оградительного мола, утоплена буровая платформа, четыре крупнотоннажных крана и 100кВт-ная электростанция. Мелкая техника, стройматериалы, вагончики были разрушены и частично смыты в море. Также на берег был выброшен бот, члены команды которого пропали без вести ([www.youtube.com](http://www.youtube.com)).

Большие перепады высот рельефа, развитие пестрого комплекса склоновых процессов, приводящих в итоге к формированию ряда отложений самого различного генезиса (делювий, деляпсий, дерупций, пролювий), придают особую сложность и значимость проводимым здесь инженерно-геологическим изысканиям. Следует отметить также и сейсмическую активность этого региона (рис. 3.2.2).

В процессе проведения инженерно-геологических изысканий на Северо-Западном Кавказе исследователям приходится иметь дело со сложным структурно-тектоническим строением площадок, многие современные или древние оползни наследуют разломы, надвиги – т.е. тектонические нарушения. Эти обстоятельства затрудняют стратиграфическое расчленение раз-

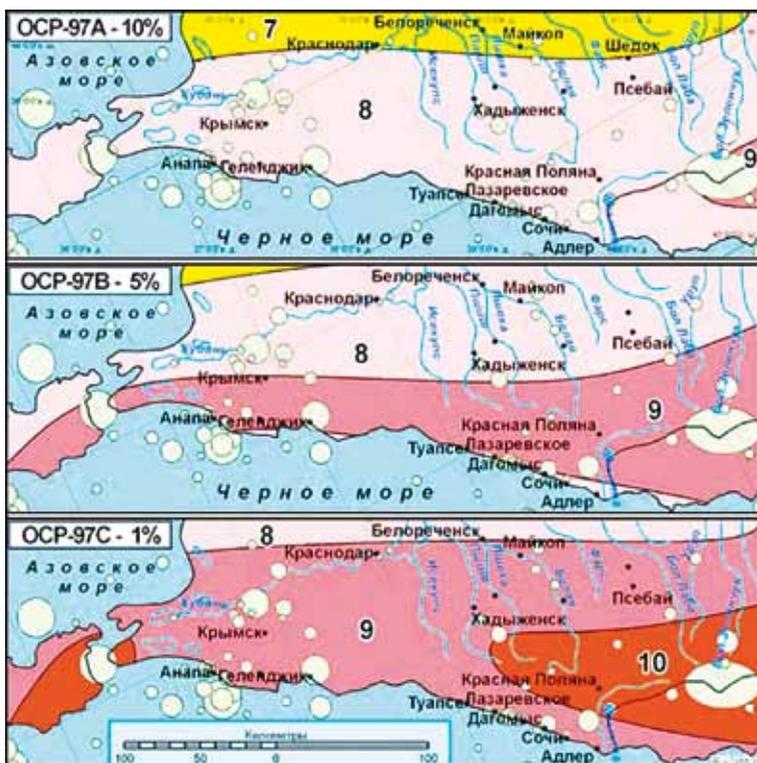


Рис. 3.2.2. Карты общего сейсмического районирования территории юга Российской Федерации. Карта ОСР-97А, отражающая 10%-ный риск возможного превышения в течение 50 лет указанной на ней сейсмической интенсивности (баллы по шкале MSK-64), используется при проектировании и строительстве массовых гражданских и промышленных зданий и сооружений; две другие карты – ОСР-97В и ОСР-97С с рисками 5 и 1%, соответственно, предназначены для сооружений повышенной ответственности (карта В) и для особо ответственных строительных объектов (карта С)

резов, поэтому для преодоления трудностей применяют методы *прикладной стратиграфии*.

Далее приведем очень краткое геологическое описание Большого Кавказа. Подробно об этом написано в серии работ по региональной геологии (например, Геология СССР, 1968 и др.).

В геологическом отношении Кавказ представляет собой сложно построенную горную систему, расположенную между Черным и Каспийским морями. В орографическом отношении Кавказ подразделяется на горные си-

стемы Большого и Малого Кавказа, равнины Предкавказья и Закавказья. В пределах Большого Кавказа выделяются Северный, Западный, Центральный, Восточный и Юго-Восточный сегменты, отличающиеся строением, историей развития, орографией.

Территория Кавказа характеризуется сложным геологическим строением. Северная часть Предкавказья имеет отчетливо выраженное платформенное строение. Большой и Малый Кавказ, Закавказские межгорные прогибы относятся к альпийской складчатой зоне. Зона Большого Кавказа отделена от молодой Предкавказской плиты передовыми прогибами.

Фундамент Северного Кавказа представлен кристаллическими сланцами, возраст которых относится к раннему палеозою. На их размытой поверхности часто под крутым углом лежат породы осадочного комплекса, начиная с отложений юрского периода (эл. илл. 13, эл. илл. 14). Геологические изыскания последних лет показали существенно более сложное строение четвертичных отложений, их значительно большую мощность. Многие объекты, считавшиеся ранее коренными выходами скальных пород, сегодня интерпретируются как крупные оползневые блоки (например, в долине р. Мзымты (эл. илл. 15)).

Оползневые тела, как правило, приурочены к зонам тектонических дислокаций – разломам, надвигам.

Отложения триаса (доюрское основание), представленные морскими фациями, сосредоточены в северной части центральной области Большого Кавказа и обнажаются, например, в бассейне р. Мзымты у с. Эсто-Садока (рис. 3.2.3). Наиболее полно триасовые известняки, песчаники и конгломераты представлены в верховьях рек Малая Лаба и Белая. Они вместе с палеозойскими и юрскими отложениями входят в состав единой складчатой толщи.

Породы юрской системы широко распространены на территории Северного Кавказа. На одних площадях они обнажаются на поверхности, на других погружаются под более молодые образования. По составу, условиям образования и внешнему облику юрские отложения Северного Кавказа подразделяются на две части: нижнюю терригенную (нижняя и средняя юра, рис. 3.2.4, 3.2.5) и верхнюю терригенно-карбонатную и карбонатную (верхняя юра, рис. 3.2.6). Отложения нижней и средней юры в трого Большого Кавказа, мел-палеогеновые породы представлены разными видами терригенно-карбонатного флиша сравнительно большой мощности. На плечах трого им соответствуют близкие по составу более мелководные и лучше палеонтологически охарактеризованные терригенно-карбонатные породы меньшей мощности.



Рис. 3.2.3. Песчаники триаса на восточной окраине с. Эсто-Садок в районе одноименного пересадочного хаба и канатной дороги, ведущей к комплексу трамплинов (Краснополянская тектоническая зона, т. 457)



Рис. 3.2.4. Современный оползень покрывает тонкочешуйчатые юрские аргиллиты чвежипсинской свиты глубоководного трога (Краснополянская тектоническая зона, т. 464)



Рис. 3.2.5. Юрский флиш глубоководного трога – иллиарионовская свита (Краснополянская тектоническая зона, т. 460)



Рис. 3.2.6. Смещенные оползнем верхнеюрские известняки в керне скважины 762 (верхние два ряда, Абхазо-Рачинская тектоническая зона, Кепша)

В Сочи-Адлерском районе верхнеюрские отложения, относящиеся к титону, были вскрыты скважинами на глубине свыше 1900 м. Они представлены толщей (более 800 м) битуминозных известняков и доломитов, брекчированных в верхней части.

Отложения меловой системы по сравнению с другими системами мезозоя, палеозоя и кайнозоя пользуются наибольшим распространением на южном склоне Большого Кавказа и различаются по фациальному характеру, мощностям, типу разреза и условиям залегания слоев. Меловые горные породы на северо-западе Кавказа представлены морскими отложениями – переслаивающимися известняками, мергелями, аргиллитами, алевролитами, песчаниками.

Отложения палеогена распространены на Кавказе очень широко. Они слагают крылья мегантиклинория Большого Кавказа и имеют общий мергелистый, глинистый и песчано-глинистый состав. Палеоцен-эоценовые отложения на южном склоне Большого Кавказа распространены в виде нешироких полос и занимают незначительную площадь. В пределах Адлерской депрессии они представлены голубоватыми, пестроцветными, зеленоватыми мергелями и в верхней части разреза глинистыми мергелями.

Породы олигоцена и нижнего миоцена на Северном Кавказе представлены толщей глинистых и песчано-глинистых отложений, известных как майкопская серия. На южном склоне Большого Кавказа образования олигоцена – нижнего миоцена подразделяются на несколько свит (Геология СССР..., 1968): *мацестинская* свита (мергели, сменяющиеся вверх по разрезу ритмично переслаивающимися глинами, алевролитами и песчаниками), *хостинская* свита (ритмично переслаивающимися песчаники, алевролиты и глины), *сочинская* свита (серые глины с прослоями алевролитов и редких песчаников), *мысовидненская* свита (песчаники, алевролиты, глины), *кудепстинская* свита (серые глины с прослоями известковых глин), *адлерская* свита (песчаники и глины), *прервинская* свита (серые, тонкослоистые глины).

Морские отложения среднего и верхнего миоцена известны на южном склоне Кавказа, где распространены на небольшой площади в районе Адлера (отложения неогена разрабатывались в Веселовском карьере) в виде толщи переслаивающихся глин, слабо сцементированных песчаников и конгломератов.

Четвертичные континентальные отложения на Северном Кавказе представлены различными генетическими типами осадков и их фациальными разновидностями. Грунты этого периода в районе южного склона Большого Кавказа состоят из глины, песка, дресвы, щебня, гравия, гальки, глыб и валунов. На склонах гор накапливаются при выветривании глинистые толщи со щеп-

нем и глыбами, особенно мощные (до 50 м) на оползневых участках. Залежи гальки, гравия и песка образуются в долинах рек, ими сложены морские пляжи (Геология СССР..., 1968).

Далее рассмотрим ряд площадок строительства объектов олимпиады 2014 г. внутри горного кластера. *Геоморфологически* они расположены в пределах горной системы Большого Кавказа. Почти всю территорию занимают горы Главного Кавказского хребта и его отрогов. Лишь вблизи Черного моря горы понижаются и переходят в холмисто-грядовые предгорья.

Одна из показательных площадок расположена в верховьях реки Мзымта у с. Эсто-Садок и горно-климатического курорта Альпика-Сервис (рис. 3.2.7, 3.2.8). Она отвечает *Краснополянской тектонической зоне* – южному обрамлению осевого трога Б. Кавказа. Здесь распространены отложения юрской системы и редкие выходы триаса.

Хребты, ограничивающие V-образную долину реки Мзымта, подняты в среднем на высоту 2000-2500 м. Дно долины понижается местами до 400-500 м. При таком сильном расчленении рельефа склоны долины обладают большой крутизной и утесистостью, ослабевающей с приближением ко дну долины (рис. 3.2.7, 3.2.8). В выработке рельефа принимало участие древнее оледенение, формируя троговый характер рельефа. Южнее рельеф принимает облик меридиональных эрозионных хребтов и поперечных долин, которые развиты преимущественно на меловом и отчасти на верхнеюрском складчатом основании.

Основным рельефообразующим фактором на участке проектируемых горнолыжных трасс в долине р. Мзымта у с. Эсто-Садок является эрозионно-денудационный процесс. На этой территории выделяются две категории рельефа: денудационный и аккумулятивный. К денудационному типу рельефа относятся участки склонов, созданные эрозионными процессами. Для денудационно-эрозионных склонов характерна значительная крутизна, достигающая 30° (15-20°), испещренность мелкими промоинами, вогнутая или прямая форма поверхности. К аккумулятивному рельефу относятся формы, образовавшиеся в результате накопления поверхностных отложений и представленные поверхностями конусов выноса, делювиальными шлейфами, оползевыми телами, пологими и субгоризонтальными поверхностями.

Наибольшее распространение имеют оползни, характерные для всего горного рельефа Большого Кавказа. В долине реки Мзымта известны несколько оползневых участков. Рельеф оползневых тел характеризуется выпуклостью мезоформ, склоны имеют крутизну 25-30°, часто наблюдаются вторичные оползневые срывы, переработанные денудацией. Поверхность ополз-

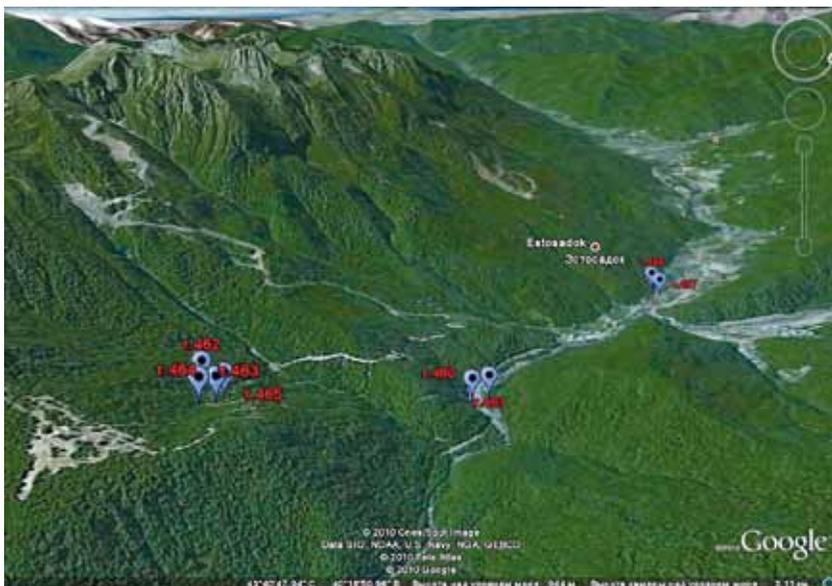


Рис. 3.2.7. Схема расположения точек наблюдения в верховьях р. Мзымта (Краснополянская тектоническая зона)

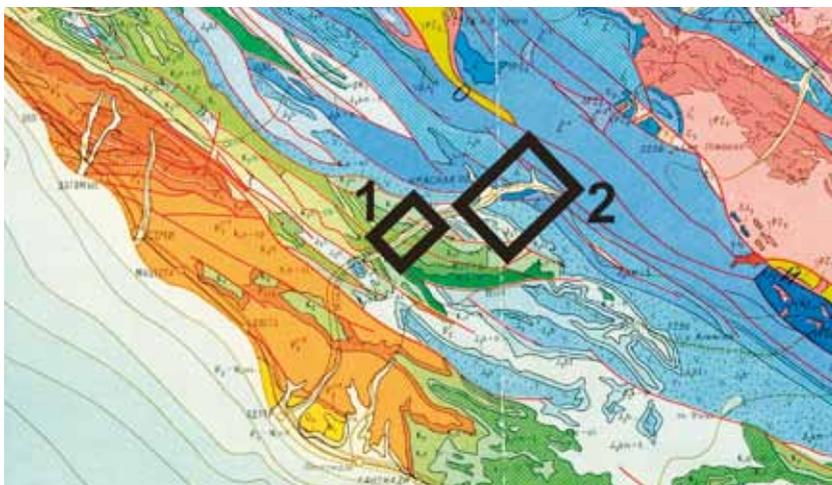


Рис. 3.2.8. Схема расположения участков изысканий: 1 – Абхазская тектоническая зона (Кепшинский участок); 2 – Краснополянская тектоническая зона (Эсто-Садок – Альпика-Сервис). Также рассматривается линейный объект – автодорога Дагомыс – Сочи

ней в целом неровная, ступенчатая. Крупные оползневые тела связаны с региональными геологическими разломами. Пологие и субгоризонтальные поверхности осложнены аллювиальными террасами.

У пос. Эсто-Садок ширина первой надпойменной террасы достигает 400 м. В районе также широко развита высокая пойма, поверхность которой волнистая с русловыми старичными понижениями, ширина ее составляет 100-250 м, обычно густо залесена.

*Стратиграфия Краснополянской зоны (Эсто-Садок – Альпика-Сервис)*

В качестве примера отложений *триасовой* системы, представленных песчаниками, рассмотрим обнажение у въездного знака «Эсто-Садок» (рис. 3.2.3, 3.2.9). Здесь в скальном утесе у дороги «Адлер – Альпика-Сервис» видны коренные выходы толщи песчаников сначала мелкозернистых слюдястых (обр. 457/2; рис. 3.2.10: здесь и далее – общий вид при скрещенных николях), выше тонкозернистых известковистых (обр. 457/1; рис. 3.2.11; АЗ ПД 10, угол 15) и затем кремнистых прочных слоистых (обр. 457/3; рис. 3.2.12; АЗ ПД 45, угол 49). Толща разлинзована, деформирована в дальней части обнажения.



Рис. 3.2.9. Песчаники триаса на восточной окраине с. Эсто-Садок. Дюорское основание Большого Кавказа

Определимые конодонты не были выделены (А.С. Алексеев, МГУ). На геологических картах разных лет этот участок относят то к триасу, то к нижней юре, хотя, напротив этой точки на другом берегу реки Мзымты (в точке 458) Е.А. Щербининой был определен комплекс нанопланктона синемюр-плинсбахского возраста *Mitrolithus elegans* и *Srepidolithus granulatus* из битуминозных аргиллитов. Поэтому косвенно можно принимать возраст этих песчаников как триасовый.



Рис. 3.2.10. Шлиф № 457/2



Рис. 3.2.11. Шлиф № 457/1



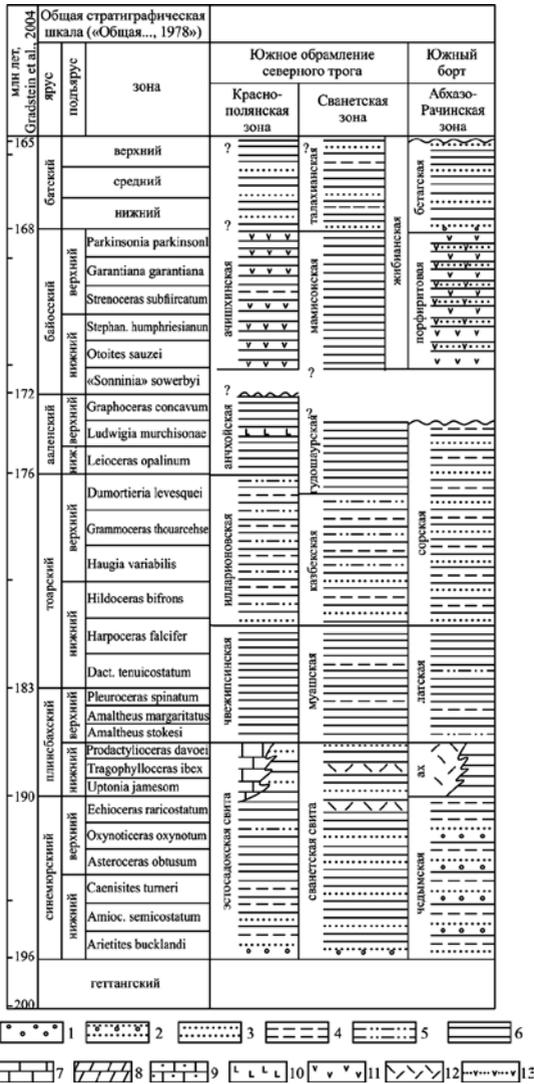
Рис. 3.2.12. Шлиф № 457/3

Теперь рассмотрим некоторые примеры отложений юрской системы. Региональная стратиграфическая схема нижнее-среднеюрских отложений приведена в табл. 3.2.1.

У комплекса трамплинов К-95 и К-125 на левом берегу р. Мзымты напротив железнодорожной станции и пересадочного хаба «Эсто-Садок» в ряде естественных обнажений наблюдаются выходы *эстосадокской свиты* ( $J_1s-p$ ) – пачки неравномерно ритмичного переслаивания песчаников (30–50 см) тонкозернистых слюдистых (мусковит) кварцевых красновато-бурых на свежем и бурых на выветрелом скеле и аргиллитов (до 30–50 см, иногда мощностью в первые см) на свежем скеле черных, на выветрелом – бурых, разлинзованных. Встречаются единичные прослои бурого алевролита. АЗ ПД 190, угол 20 (залегание запрокинутое, по иероглифам) (рис. 3.2.13).

Восточнее станции – хаба «Эсто-Садок», у северного портала 4-го туннеля (т. 458, рис. 3.2.14, 3.2.15) наблюдаются коренные выходы толщи тонколистоватых черных аргиллитов малопрочных *эстосадокской свиты*. Тол-

Региональная стратиграфическая схема нижне-среднеюрских отложений Кавказа (Панов, Ломизе, 2007)



Условные обозначения: 1 – конгломераты; 2 – песчаники с гравием и галькой; 3 – песчаники; 4 – алевролиты; 5 – частое переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов; 6 – аргиллиты; 7 – известняки; 8 – мергели; 9 – известняки песчанистые; 10-12 – вулканогенные породы: 10 – основного; 11 – среднего; 12 – среднего и кислого состава; 13 – вулканогенно-осадочные породы



Рис. 3.2.13. Эстосадокская свита. Песчаники выступают в профиле выветривания, залегание запрокинутое и в оползневом состоянии



Рис. 3.2.14. Слева – вид обнажения у северного портала 4-го туннеля, справа – шлиф № 458/1. Общий вид при одном никеле

ща разлинзована, деформирована. Микроскопически (шлиф № 458/1) порода представляет собой аргиллит тонкодисперсный, полимиктовый, преимущественно гидрослюдистый с примесью (15-20%) неокатанного и полуокатанного мелко-тонкозернистого кварца и биотита, горизонтально слоистый за счет микролинз о/в (30%), сидеритизированный (5%). Доля глинистого вещества составляет 50-45%. Среди вторичных изменений можно отметить проявления окислов железа и пирит.

Южнее северного портала 4-го туннеля, в районе комплекса трамплинов наблюдаются коренные выходы чвежипсинской свиты ( $J_1t_1$ ). Это – аргиллиты нерассланцованные, часто слюдистые, темно-серого или черного цвета, как правило, содержат множество обугленного растительного детрита, пониженной прочности. Характерной особенностью аргиллитов является пятнистость, обусловленная наличием субпараллельных черных выделений неправильно-линзовидной формы (рис. 3.2.15). Элементы залегания: АЗ ПД 240, угол 30-40.



Рис. 3.2.15. Черные аргиллиты пониженной прочности чвежипсинской свиты ( $J_1cv$ ) в районе верхней посадочной станции канатной дороги хаб «Эсто-Садок» – комплекс трамплинов

У подъемника нижней базы «Роза Хутор» на левом берегу р. Мзымты (т. 460, рис. 3.2.16, 3.2.17) наблюдаются делювиально-пролювиальный конус и коренные выходы юрских пород. Толща разлинзована, деформирована. АЗ ПД 200, угол 65, залегание запрокинутое (по иероглифам). *Чвежипсинская и илларионовская свиты* ( $J_1p-t$ ).

Сверху вниз залегают:

Слой 1. Рыже-бурые песчаники тонкозернистые, алевроиты прочные. Мощность более 3 м.

Слой 2. Серо-зеленые песчаники мелкозернистые. Мощность 2-2,5 м.

Слой 3. Зелено-серые песчаники железистые (на выветрелом сколе – бурые), мелкозернистые. Мощность 2,5 м.

Слой 4. Аргиллиты черные тонколистоватые битуминозные, ожелезненные на выветрелом сколе, очень малой прочности с прослоями алевроитов серо-зеленых, черных малопрочных. Мощность 6 м.

Слой 5. Тонколистоватые песчаники серо-зеленые мелкозернистые, малопрочные, с органическим веществом. Мощность 2,5 м.

Слой 6. Аргиллиты черные разлинзованные деформированные, малопрочные. Мощность 0,6 м.

Слой 7. Переслаивание аргиллитов черных разлинзованных деформированных малопрочных и песчаников серо-бурых тонкозернистых листоватых малопрочных. Мощность 4,5–5 м.

Далее – переход на 30 м вверх по течению.

Слой 8. Аргиллиты черные разлинзованные деформированные средней прочности с жилами кальцита (секущими и по слоистости). Мощность неизвестна.

Далее – разлом.

Слой 9. Аналогичен слою 8. Мощность неизвестна.

Далее – разлом и, видимо, граница с другой толщей.

Слой 10. Песчаники серые тонкозернистые. Мощность неизвестна.

У подъемника нижней базы «Роза Хутор» на правом берегу р. Мзымты (т. 461) (рис. 3.2.18) обнажаются черные разлинзованные аргиллиты, аналогичные таковым в т. 460 – *чвежипсинская и илларионовская свиты нерасчлененные* ( $J_1p-t$ ). АЗ ПД 355, угол 25.

На повороте дороги в т. 462 наблюдаются черные малопрочные битуминозные аргиллиты *анчхойской свиты* ( $J_2a$ ). АЗ ПД 120, угол 55 (рис. 3.2.19).

На крутом повороте дороги ниже сноуборд-парка на правом борту безымянного селеносного ручья, т. 463 ( $J_1s-J_2b$ ; *этносадокская-чвежипсинская*



Рис. 3.2.16. Вид обнажений в т. 460 и 461



Рис. 3.2.17. Чвежипсинская-илларионовская свиты нерасчлененные (J<sub>p-t</sub>) (Т. 460). У подъемника нижней базы «Роза Хутор» на левом берегу р. Мзымпы. Слева – вид обнажения. Справа – шлиф № 460/5. Общий вид при одном никеле



Рис. 3.2.18. У подъемника нижней базы «Роза Хутор» на правом берегу р. Мзымпы, (Т. 461). Чвежипсинская-илларионовская свиты нерасчлененные (J<sub>p-t</sub>). Слева – вид битуминозных аргиллитов в обнажении, справа – общий вид при одном никеле в шлифе № 461/1



Рис. 3.2.19. Черные малопрочные битуминозные аргиллиты анчхойской свиты ( $J_2a$ ) в т. 462



Рис. 3.2.20. На крутом повороте дороги ниже сноуборд-парка на правом борту безымянного селеносного ручья (Т. 463). Эстосадокская-чвежипсинская свиты нерасчлененные ( $J_1s-t$ ). Битуминозные аргиллиты графитово-серо-черные, очень малопрочные, тонкослоистые. Слева – вид обнажения, справа – общий вид шлифа № 463/1 при одном никеле

*свиты нерасчлененные, рис. 3.2.20) обнажаются битуминозные аргиллиты графитово-серо-черные очень малопрочные тонкослоистые; оползень, в нарушенном залегании.*

На крутом повороте дороги ниже сноуборд-парка на левом борту безымянного селеносного ручья (т. 464, *эстосадокская-чвежипсинская свиты не-*

*расчлененные ( $J_1s-J_2b$ ), рис. 3.2.21) наблюдаются коренные выходы битуминозных аргиллитов графитово-серо-черных тонкочешуйчатых очень малопрочных, рассыпающихся в руках и осыпаящихся от вибрации при движении автотранспорта по дороге, смятых в небольшую антиформную складку; оползень, в нарушенном залегании, АЗ ПД 260, угол 26.*

В подрезке дороги над 6-м туннелем у «железистого» ручья (т. 465, *эстосадокская-чвежипсинская свиты нерасчлененные ( $J_1s-t$ ), рис. 3.2.22). Коренные выходы битуминозных аргиллитов черных тонкочешуйчатых мало-*



Рис. 3.2.21. Коренные выходы битуминозных аргиллитов графитово-серо-черных тонкочешуйчатых очень малопрочных, (эстосадокская-чвежипсинская свиты нерасчлененные) в т. 464

прочных АЗ ПД 170, угол 27. Видимая мощность составляет более 10 м. По ручью проходит разлом. За ручьем вверх по дороге наблюдаются аналогичные отложения, но: 1) тектонически дислоцированные; 2) появляются песчаники мелкозернистые с трещинами, залеченными кварцем; 3) наблюдаются окисленные марказитовые конкреции; 4) все в более окисленном и выветрелом состоянии.

Рассмотрим примеры некоторых отложений мелового возраста, типичные для Кепшинского участка (рис. 3.2.23), который расположен в среднем течении реки Мзыпта в Кепшинском лесничестве и принадлежит *Абхазо-Рачинской (точнее – Абхазской) тектонической зоне*, южному борту осевого

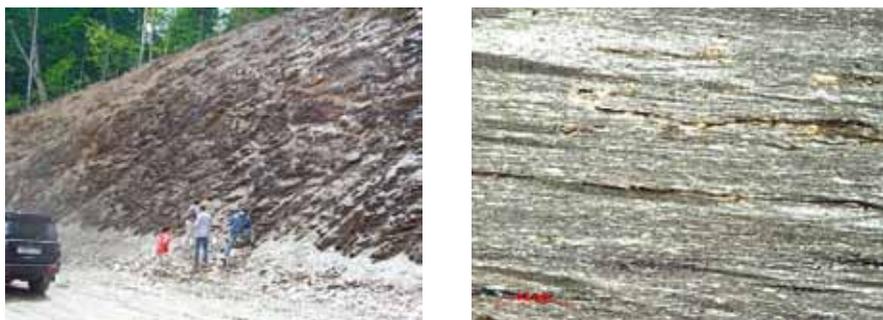


Рис. 3.2.22. В подрезке дороги над 6-м туннелем у «железистого» ручья (т. 465) эстосадокская-чвежипсинская свиты нерасчлененные (J<sub>5</sub>-t). Коренные выходы битуминозных аргиллитов черных тонкочешуйчатых малопрочных. Слева – вид обнажения, справа – общий вид шлифа № 465/1 при одном никеле

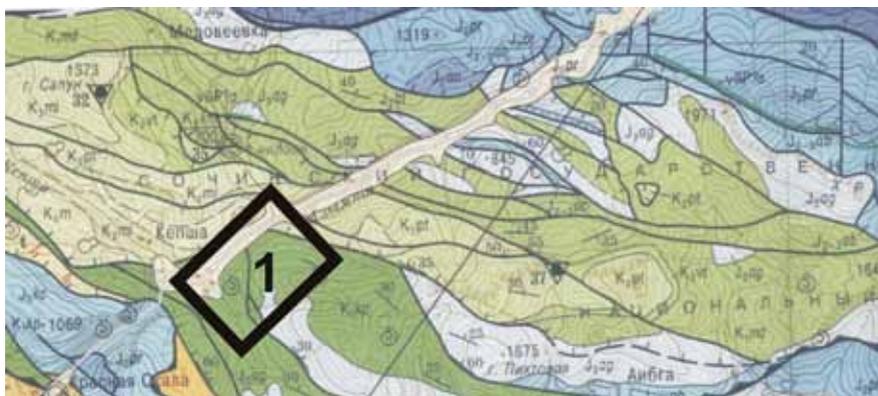


Рис. 3.2.23. Схема расположения Кепшинского участка (1)

трога Большого Кавказа. Здесь распространены выходы глин и мергелей свиты кепш (кепшинской) нижнемелового возраста (апт-альб). На данном участке проводились изыскания для северных порталов комплекса тоннелей № 3 совмещенной (автомобильной и железной) дороги «Адлер – Альпика-Сервис».

Площадка инженерно-геологических изысканий располагается в нижней части левого борта долины р. Мзымта, несколько северо-западнее устья ее правого притока р. Кепши. Левый борт долины реки Мзымта имеет средний уклон до 17-18° (в зонах отрыва оползней до 60° и более).

Аллювиальные террасы на левобережье реки Мзымта в пределах рассматриваемого участка либо перекрыты оползневymi отложениями (преимущественно), либо деформированы оползневymi смещениями. Оползневой участок на левом берегу реки, напротив пос. Кепша (протяженностью 600 м) образован двумя крупными действующими оползневymi телами длиной 200 и 300 м, шириной 200 и 400 м и площадью 0,05 и 0,12 км<sup>2</sup>.

К западу и юго-западу от участка северных порталов левый борт долины р. Мзымты прорезан узкой каньонообразной долиной безымянного ручья. Ширина раскрытия долины не превышает нескольких десятков метров при глубине вреза около 50-70 м. Русло водотока ступенчатое, с многочисленными водопадами (высотой до 5-7 м), что подчеркивает чередование в геологическом разрезе относительно мягких, легко размываемых пород, и более прочных, успешно сопротивляющихся эрозии.

В верхнем течении (к юго-западу от участка работ) ручей заложен непосредственно в зоне Воронцовского надвига, так что правый борт его долины сложен отложениями альба-сеномана, а левый – известняками титонского яруса верхней юры.

К югу от участка северных порталов развит крутой склон с заложением порядка 50-60°, вплоть до самого гребня сложенный известняками титонского яруса (Отчет., 2009).

Меловые породы представлены терригенно-карбонатными осадками, которые чередуются в разрезе. Непосредственно на участке изысканий и к западу и юго-западу в естественных обнажениях и в скважинах были описаны отложения аптского и альбского ярусов нижнего мела, а также сеноманского, сантонского и кампанского ярусов верхнего мела. В целом карбонатность отложений возрастает вверх по разрезу: если в породах апта преобладают глины и алевроиты, то альб-сеноманская часть разреза сложена преимущественно глинистыми и битуминозными мергелями с прослоями известняков и глин. Отложения же сантона-кампа практически целиком представлены мергелями и известняками.

Нижняя и средняя часть исследуемого склона сложена породами нижнего апта. Отложения альба характерны для верхней части склона, где они были вскрыты скважинами 430 и 740. Сеноманские отложения в пределах площади работ представлены только в оползневых телах; в естественном обнажении описаны исключительно к юго-западу – в тальвеге безымянного ручья, врезанного в левый борт р. Мзымта западнее участка работ. Породы сантона и кампана развиты к западу от участка изысканий.

Ввиду плохой обнаженности контакты описываемых отложений с ниже- и вышележащими стратиграфическими подразделениями установлены лишь фрагментарно. Собранный материал не позволяет корректно судить о выдержанности стратиграфического разреза, равно как и о взаимоотношениях различных толщ, выделенных и описанных при геологических съемках 1:500000, 1:200000 и 1:25000 масштаба. В связи с этим описание стратиграфии отложений в пределах участка изысканий было *выполнено в международной стратиграфической шкале* (Зеркаль О.В. Отчет по теме..., 2009).

*Аптский ярус.* В естественном обнажении отложения описаны в т.н. 456 (рис. 3.2.24, 3.2.25) в правом борту р. Мзымта, выше по течению устья р. Кепши. В дорожной подрезке склона обнажается пачка глинистых алевролитов. Алевролит серо-коричневый, на выветрелой поверхности белесовато-коричневый или светло-коричневый, плотный, структура пелитовая, текстура неслоистая или очень тонкослоистая, видимо, за счет дифференциации терригенного материала по дисперсности. Порода интенсивно расланцована, распадается на мелкие плиточки, толщиной 2-3 см. Алевролит непрочный, легко ломается, а мелкие фрагменты растираются без усилия в пыль. В породе выделяются многочисленные полосы, обогащенные гидроокислами железа, что подчеркивается рыжеватыми и коричневыми оттенками окраски. Алевролит хорошо размокает в воде. В породе Е.А. Щербининой (ГИН РАН) описан комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *W. manivitae*, *Braarudosphaera batiliformis*, *Micrantolithus hoschulzii*, *Nannoconus boucheri*, *N. grandis*, *N. truittii*, *N. vocontiensis*, *Assipetra terebrodentarius*, *Flabellites oblongus*, *Rhagodisucus gallagherii*, который показывает раннеаптский возраст. С этого уровня в небольшом оползневом блоке найден аммонит *Audouliceras sp. indet.*, показывающий возраст отложений как  $K_1ap_1$  (определение Е.Ю. Барабошкина, МГУ; рис. 3.2.26).

Хроностратиграфическая схема сопоставления разрезов Абхазо-Рачинской зоны Кепшинского участка, составленная Е.А. Щербининой (ГИН РАН), была приведена на рис. 1.2.60.



Рис. 3.2.24. Обнажение глинистых алевроитов  $K_1a_1$  в правом борту р. Мзымта (т.н. 456)

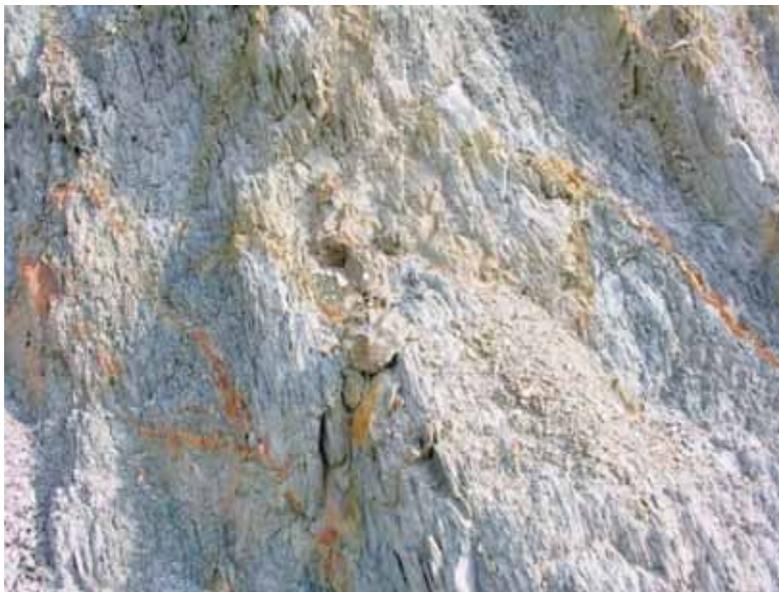


Рис. 3.2.25. Глинистые алевроиты. Правый борт р. Мзымта (т.н. 456)



Рис. 3.2.26. Аммонит *Audouliceras* sp. indet. Қар, (определение Е.Ю. Барабошкина (МГУ); образец найден Е.А. Щербининой (ГИН РАН))

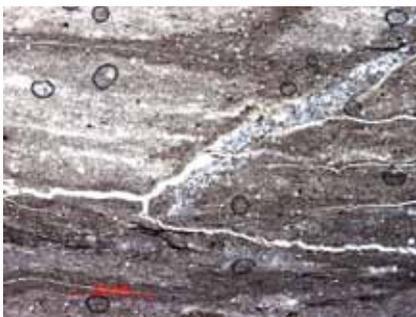


Рис. 3.2.27. Алеурит глинистый в шлифе



Рис. 3.2.28. Микритовый мергель (скв. 569)

Микроскопически (рис. 3.2.27) порода представляет собой аргиллит тонкодисперсный полимиктовый, сильно известковый (содержание карбонатов – до 40%), с плохо выраженной горизонтальной слоистостью, обусловленной чередованием прослоев, обогащенных известковым материалом. Трещины заполнены тонко-волокнистым кальцитом.

Элементы залегания отложений: азимут падения СВ 45°, угол 65°. Необходимо отметить, что склон деформирован блоковым оползнем с небольшой (первые метры) амплитудой перемещения.

Наиболее полно отложения нижнего апта описаны также по скважинам 568, 569. По разрезу скважины № 569 (рис. 3.2.28-3.2.33) сверху вниз в шлифах описаны следующие породы.

Глубина 5,5 м: мергель микритовый, брекчированный, полимиктовый, неслоистый, глинистый (15%), с остатками раковин фораминифер и неопределимого разложившегося детрита (5%), с примесью (10-15%) неокатанного средне-мелкозернистого кварца и кальцита, с микроконкрециями колофана размером до 0,05 мм. Порода содержит 70-65% карбонатов. Трещины размером до 0,5 мм выполнены микритовым кальцитом. Вторичные изменения – преимущественно гидроокислы железа.

Глубина 22,5 м: мергель микритовый, полимиктовый, неслоистый, мало глинистый (5-7%), с пятнами и линзами о/в (7-10%), с примесью (5%) тонкозернистого и редко среднезернистого полуокатанного кальцита и кварца, с единичными крупными (до 0,75 мм) остатками раковин неопределимого детрита, частично загипсован (10-15%). Содержит 65-70% карбонатов. Вторичные изменения – окислы железа, пирит. В породе описан комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *W. manivitae*, *Conusphaera rothii*, *Retecapsa angustiphorata*, *Zeugrhabdotus embergerii*.

Глубина 24,0 м: микритовый мергель, неслоистый, с небольшим количеством (10%) тонкодисперсной глинистой примеси. Встречаются единичные алевритовые зёрна кварца, плагиоклаза и слюды. Присутствует мелкий, неопределимый раковинный детрит. Органическое вещество в шлифе (5%) присутствует в виде микролиз и микрокапель. Основную массу составляет карбонат – 80%. Вторичные изменения – окислы железа.

Глубина 25,6 м: мергель глинистый микритовый, полимиктовый, неслоистый, с примесью алевритовых неокатанных зерен кварца, биотита и кальцита (5-7%), с остатками фораминифер и микролинзами о/в (15%), загипсованный (5-10%), глинистый (15-20%). Основную массу составляет карбонат (60-50%). Вторичные изменения – окислы железа, пирит. Наблюдаются трещины различной ориентировки шириной от 0,02 мм до 0,1 мм.

Глубина 31,1 м: микритовый мергель, неслоистый, содержит остатки раковин фораминифер (10-15%) и тонкодисперсную алевроитовую примесь (10%). Присутствует мелкий неопределимый раковинный детрит. Основную массу составляет карбонат (75%). Вторичные изменения – окислы железа. В породе описан комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *Retecapsa angustiphorata*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Micrantolithus hoschulzii*, *Nannoconus circularis*, *N. bermudezii*, *N. truittii*, *N. kamptneri*, *Flabellites oblongus*, *Rhagodiscus asper*.

Глубина 40,0 м: мергель микритовый, полимиктовый, неслоистый, с примесью (10%) тонкозернистого и алевроитового полуокатанного кварца и биотита, с остатками раковин фораминифер (5-10%), глинистый (15-20%), слабо загипсованный (5%). Доля карбонатов составляет 60-55%. Вторичные изменения – окислы железа, пирит. Наблюдаются трещины различной ориентировки шириной до 0,03 мм, частично выполненные микритовым кальцитом. В породе описан комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *Retecapsa angustiphorata*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*.

*Принципиальное строение скважины № 568 (сверху вниз, рис. 3.2.29-3.2.33):*

- 1) тело четвертичного современного активного оползня;
- 2) тело четвертичного современного неактивного оползня (рис. 3.2.29);
- 3) толща деформированных оползнями пород (рис. 3.2.30);
- 4) коренная толща битуминозных мергелей, аргиллитов и глин с синседиментационными складками оползания позднего апта (рис. 3.2.31);
- 5) коренные мергели, аргиллиты и глины позднего апта (рис. 3.2.32).

Все определения наннопланктона показывают раннеаптский возраст. Результаты геохимического анализа приведены на табл. 3.2.2.

Контакт отложений нижнего апта с подстилающими породами не установлен. Перекрываются описываемые отложения со стратиграфическим несогласием терригенно-карбонатными образованиями верхнего апта – нижнего альба. Достоверно контакт установлен в разрезе скважины № 430.

В окрестностях скважин 568 и 569 на поверхности в элювиальных развалах и оползневых блоках найдены многочисленные раковины иноцерамов *Aucellina sp.* ( $K_1a_2^1$ - $K_2cm$ ) (рис. 3.2.34).

Породы в средней и нижней части склона падают в юго-западных румбах под углами 20-30°, что достаточно отчетливо устанавливается замерами элементов залегания по естественным обнажениям. Северо-восточнее, западнее и юго-западнее участка работ породы падают на северо-восток, причем углы падения уменьшаются с 60-65° на юго-западе до 20-30° – на северо-востоке.



Рис. 3.2.29. Керн уплотненных разлинзованных аргиллитов и суглинков с щебнем – из тела древнего оползня



Рис. 3.2.30. Керн из толщи деформированных оползнями пород – брекчированная глина со щебнем мергелей



Рис. 3.2.31. Образец из коренной толщи битуминозных мергелей, аргиллитов и глин с синседиментационными складками оползания позднего апта. Толща повторяется трижды. Характерно веерообразное залегание



Рис. 3.2.32. Керн коренных битуминозных мергелей, аргиллитов и глина позднего апта (ОАЕ-1; скв. 568, гл. 51,7 м)

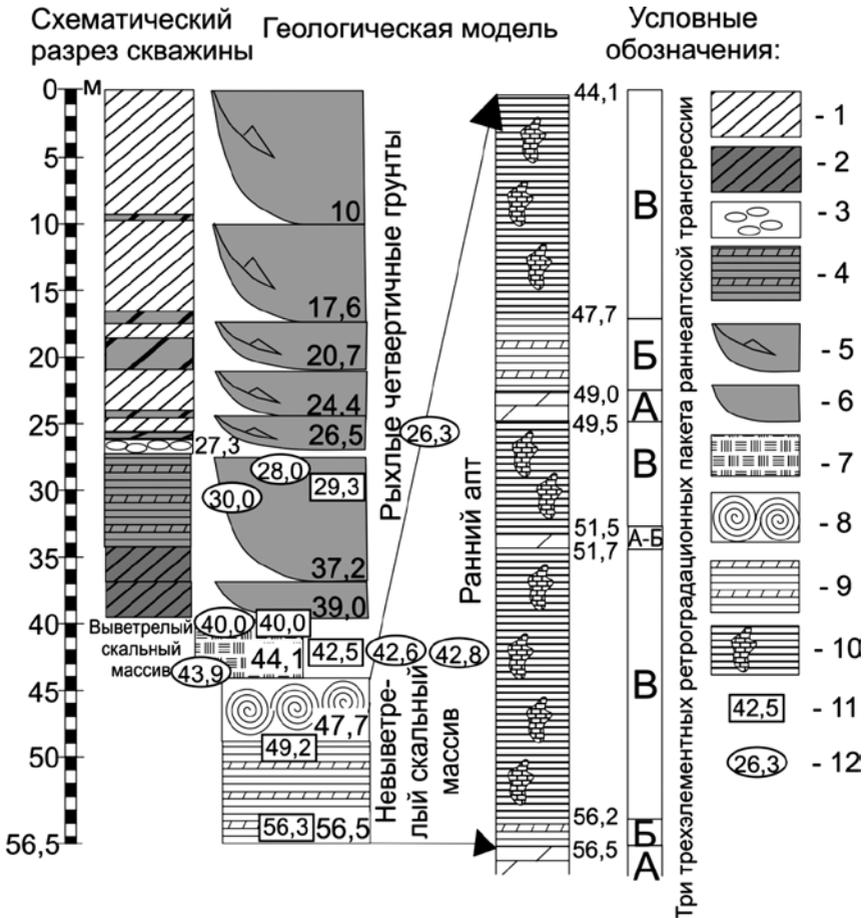


Рис. 3.2.33. Геолого-генетическая модель строения Кепшинского участка по данным бурения скважины № 568 (составил Р.Р. Габдуллин, МГУ). Условные обозначения: 1 – суглинки твердые и полутвердые, 2 – суглинки туго- и мягкопластичные; 3 – галечники и гравийно-галечные грунты древней аллювиальной террасы р. Мзымта; 4 – аргиллиты и мергели сильно трещиноватые малопрочные, суглинки твердые и полутвердые; 5 – активный оползень (пластина); 6 – неактивный оползень (пластина); 7 – толща деформированных оползнями пород; 8 – коренная толща битуминозных мергелей, аргиллитов и глин раннего апта в интервале с синседиментационными складками оползания; 9 – коренные мергели, аргиллиты и глины раннего апта; 10 – глины и аргиллиты с центрами карбонатизации; 11 – глубины, с которых взяты образцы на шлифы, 12 – точки взятия образцов

Таблица 3.2.2

Результаты геохимического анализа оксидов из скв. 568,  
 проведенного на рентгено-флюоресцентном спектроскане Е.Н. Самариным (МГУ)

Глубина, м	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Наименование по модифицированной классификации С.Г. Вишнякова (1998)	CaCO <sub>3</sub> +MgCO <sub>3</sub>
26,2–26,4	50,1	16,0	4,1	14,2	1,9	25,3	4,0	мергель глинистый	29,3
28,0	48,6	15,3	4,2	15,1	1,9	27,0	4,0	мергель глинистый	30,9
30,0	54,5	19,8	5,3	10,1	2,4	18,0	5,0	глина известковистая	23,0
40,0	52,5	20,6	6,0	11,6	3,1	20,7	6,5	мергель глинистый доломитистый	27,2
42,6	45,7	15,9	4,7	15,7	1,8	28,0	3,8	мергель глинистый	31,8
42,6	59,1	19,2	5,8	6,8	2,1	12,1	4,4	глина известковистая	16,5
43,9	54,4	20,3	5,5	9,6	2,7	17,1	5,6	глина известковистая	22,8
49,2	42,9	14,3	4,8	17,6	1,0	31,4	2,1	мергель глинистый	33,5
51,6	54,4	17,4	4,3	11,0	2,2	19,6	4,6	глина известковистая	24,2
56,5	52,9	17,1	3,7	12,8	2,1	22,8	4,4	мергель глинистый	27,2



Рис. 3.2.34. Иноцерамы *Aucellina* sp. ( $K_1a_2^1-K_2cm$ ) в мергеле (определение Е.Ю. Барабошкина, МГУ)

*Аптский ярус (верхний подъярус) – альбский ярус (нижний подъярус)  
нерасчлененные*

В естественном обнажении отложения описаны в т.н. 454 в устье безымянного ручья западнее участка изысканий (рис. 3.2.35). В левом борту эрозионного вреза (высотой около 30 м), в основании склона в виде отдельной пачки (мощностью около 8 м) обнажается толща глинистых или алевритистых мергелей, с прослоями битуминозных мергелей и глинистых алевритов.



Рис. 3.2.35. Обнажение пород  $K_1a_3-a_1$  в устье безымянного оврага (т.н. 454)

Мергели алевролитистые (часто глинистые) серые и темно-серые (на выветрелой поверхности красноватые и коричневато-красноватые), плотные, пелитовые или тонкозернистые, тонкослоистые, некрепкие, размокают в воде, растрескиваясь на отдельные пластинки, толщиной несколько миллиметров.

Листоватые битуминозные мергели, темно-серые, почти черные или коричневато-черные на выветрелой поверхности, пелитовые, тонкослоистые. Слоистость подчеркивается как распределением материала по дисперсности, так и наличием органики. Мергели очень хрупкие, непрочные, легко ломаются рукой, а под воздействием воды быстро размокают до состояния пластичного суглинка.

Описание в шлифе: мергель глинистый (10-15%) микритовый, со слабой горизонтальной слоистостью за счет однонаправленного расположения линз органического вещества (10%). Содержит 10-15% раковин фораминифер и единичные неокатанные зерна кварца тонкой размерности. Содержание карбоната составляет около 65%. Присутствует органическое вещество (до 5%) в виде микролинз и микрокапель. Вторичные изменения – окислы железа и пирит.

Алеврит серого и серо-коричневого цвета, на выветрелой поверхности коричневый, вишнево-коричневый, плотный, интенсивно рассланцованный. Часто рассланцованность создает впечатление ложной слоистости. Порода легко растирается пальцами, быстро размокает. Прослой алевритов имеют мощность от 15-20 см до 1,5 м.

Описание в шлифе: алеврит полимиктовый, сильно известковистый (содержит до 40% карбонатов), с неясной горизонтальной слоистостью за счет однонаправленного расположения микролинз органического вещества (до 10%), с примесью (до 5%) средне-мелкозернистого неокатанного и полуокатанного плагиоклаза, кварца. Порода сильно загипсована (до 5%). Содержание глинистого вещества составляет 45%. Во вторичных изменениях преобладают окислы и гидроокислы железа.

В мокром состоянии слоистость толщи становится значительно более сглаженной, прежде всего за счет замазывания поверхности глинистым веществом. Вся толща имеет циклическое строение. В разрезе ритмично чередуются мергели, глинистые мергели и алевриты.

В породах последовательно сверху вниз по разрезу Е.А. Щербининой (ГИН РАН) были описаны комплексы микрофауны:

*Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffitei*, *Biscutum constans*, *Zeughrabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Z. scutula*, *Micrantolithus hoschulzii*, *Rhagodisus asper*, *Flabellites oblongus*, *Tranolithus minimus* – соответствует позднему апту;

*Watznaueria barnesae*, *Biscutum constans*, *Retecapsa crenulata*, *Zeughrabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Z. trivectis*, *Rhagodisus asper*, *R. angustus*, *R. achlyostaurion*, *Eprolithus floralis*, *Manivitella pemmatoidea*, *Prediscosphaera columnata* – соответствует раннему альбу.

В верхней (альбской) части толща более монотонна, в ней прослой темных мергелей встречаются реже и имеют существенно меньшую мощность.

Слои падают в северо-восточных румбах под углами 20-30°.

Непосредственно к юго-западу от точки наблюдения, вверх по течению ручья, в его левом борту обнажается мощная пачка массивных мергелей, возраст которых установлен как позднеконьякский. Очевидно, что контакт между двумя описанными пачками тектонический.

Достоверно в естественном залегании апт-альбские отложения удалось установить только в скважине № 740 в интервалах 39,2-39,5 и 30,3-30,5 м, где последовательно были вскрыты бурением мергели серые алевролитистые, тонкозернистые, неслоистые, и мергели темно-серые, пелитовые, тонкослоистые. В этих отложениях Е.А. Щербининой (ГИН РАН) описан комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffittei*, *Assipetra infracretacea*, *A. terebrodentarius*, *Nannoconus bonetii*, *Biscutum constans*, *Zeughrabdotus embergerii*, *Z. diplogrammus*, *Z. scutula*, *Micrantolithus hoschulzii*, *Rhagodisus asper*, *Eprolithus flralis*, – характерный для позднего апта.

В естественном залегании отложения апта и альба были описаны в точке наблюдения 495, в тальвеге безымянного ручья, в его верхнем течении (рис. 3.2.36). Здесь наблюдаются достаточно протяженные по падению выходы груборитмичной толщи мергелей. В разрезе неравномерно чередуются глинистые и битуминозные мергели.

Мергель глинистый, серый, пелитоморфный, неясно слоистый, интенсивно биотурбированный, средней прочности, образует прослой мощностью до 10-15 см.

Мергель битуминозный, черный, пелитоморфный, тонкослоистый, сильно рассланцованный, плотный, прочный, однако, при ударе молотка легко раскалывается на тонкие, листоватые пластинки. Прослой битуминозного мергеля имеют мощность от первых сантиметров, до нескольких десятков сантиметров.

Описание в шлифе: мергель битуминозный, полимиктовый, с неясно выраженной горизонтальной слоистостью, обусловленной микролинзами и микропропластками о/в (10%), с редкими (5%) мелко-тонкозернистыми неокатанными и полуокатанными зёрнами кварца и кальцита, с остатками раковин фораминифер и неопределимого детрита (20-30%), сильно известковый.



Рис. 3.2.36. Обнажение пород  $K_1a_1$  в тальвеге безымянного ручья (т.н. 495)  
Доля глинистого вещества составляет 50-55%. Вторичные изменения – окислы железа.

В последовательности образцов (8 штук) Е.А. Щербининой (ГИН РАН) установлен комплекс микрофауны: *Watznaueria barnesae*, *Rotelapillus laffitei*, *Assipetra infracretacea*, *A. terebrodentarius*, *Biscutum constans*, *Zeugrhabdotus embergerii*, *Rhagodisus asper*, *Flabellites oblongus*, *Hayesites irregularis*, *Grantarhabdus coronadventis*, *Helicolithus trabeculatus* *Eprolithus floralis*, *E. varolii*, – характерный для альбского века раннего мела.

Элементы залегания: АЗ ПД 20, угол 66°.

В качестве примера рассмотрим частично отложения *палеогеновой и четвертичной систем*.

В рамках инженерно-геологических изысканий для автоматизированной системы управления дорожным движением г. Сочи были изучены два участка: «Дагомыс – Мамайка», 6,5 км (участок № 1) и «Транспортная развязка «Стадион» – Малый Ахун», 4,3 км (участок № 2). Оба участка относятся к западной части южного склона орогенного сооружения Большого Кавказа, Южному замыканию Новороссийского синклиория. Северная и центральная части участка № 1 принадлежат Чвежипсинской зоне, а южная – Абхазской. Участок № 2 полностью локализован в пределах Абхазской зоны. Граница зон проходит по Воронцовскому надвигу.

*Голоцен. Техногенные грунты (thQ<sub>IV</sub>).* Рыхлые грунты представлены асфальтом, гравийно-щебенистой подсыпкой, строительным мусором и галькой в суглинисто-супесчаном заполнителе. Мощность составляет 0-3,0 м (обычно около 0,3-0,4 м). Ввиду больших перепадов рельефа здесь и далее альтитуды не приводятся, а указывается глубина залегания. Этот интервал разреза отвечает ИГЭ-1. Ввиду частого распространения здесь оползневых процессов, в канавах или других выемках грунта вдоль трасс можно встретить фрагменты смещенного ранее асфальтового полотна дороги.

В ходе рекогносцировочных маршрутов в г. Сочи на Курортном проспекте рядом со стадионом Славы Метревели был описан разрез строительной траншеи (рис. 3.2.37).

Слой 1. thQ<sub>IV</sub> Асфальт. Мощность 0,05 м.

Слой 2. thQ<sub>IV</sub> Насыпь – гравийно-галечный грунт в супесчаном заполнителе серо-черном, местами буром. Мощность 0,3-0,5 м.

Слой 3. thQ<sub>IV</sub> Глина текучепластичная бурая с мелкой дресвой кварца и песчаников буро-серых кварцевых известковистых среднезернистых. Мощность 0,7 м.

Слой 4. thQ<sub>IV</sub> Куски асфальтового покрытия старой дороги, ранее смещенной оползнем вниз по склону в сером разномзернистом песке. Мощность 0,3 м.

Слой 5. dpQ<sub>IV</sub> Глина текучепластичная бурая, с мелкой дресвой кварца и песчаников буро-серых кварцевых известковистых среднезернистых. Мощность более 1,5 м.

*Верхний плейстоцен – голоцен. Грунты делювиально-оползневого генезиса (d-dpQ<sub>II-IV</sub>).* Глина от твердой до мягкопластичной консинстенции (обычно полутвердая-тугопластичная) серого, бурого цвета, со щебнем, галькой и дресвой песчаников, аргиллитов и мергелей. Местами наблюдаются опесчаненные зоны, а также линзы и прослои водонасыщенных разномзернистых песков. Мощность – от 0 до более 11,0 м (обычно около 3,0-4,0 м). Глубина залегания – 0-7,0 м (обычно – 0,3-0,4 м). Этот интервал разреза отвечает ИГЭ-2.

*Средний плейстоцен – голоцен. Грунты элювиального генезиса (eQ<sub>II-IV</sub>).* Щебень и дресва песчаников, аргиллитов и мергелей в глинистом заполнителе. Аргиллиты и мергели выветрелые, трещиноватые. По трещинам наблюдаются водопроявления. Мощность – 0,7-1,8 м, глубина залегания 0,3-7,0 м. Этот интервал разреза отвечает ИГЭ-3.

*Палеоген. Коренные грунты морского генезиса.* Мергели, аргиллиты зелено-серые с редкими прослоями песчаников. По песчаникам наблюдаются



Рис. 3.2.37. Разрез строительной траншеи на Курортном проспекте рядом со стадионом Славы Метревели. В верхней части снимка – слой 1 (бровка асфальта, правее верхнего края доски). В нижней части снимка – граница слоев 4 и 5

водопроявления. Мощность – более 3,3 м, глубина залегания 2,0-8,0 м (обычно – около 4,0 м). Этот интервал разреза отвечает ИГЭ-4.

Например, в окрестностях г. Сочи, в районе Мамайского перевала коренные скальные породы представлены чередованием аргиллитов, песчаников и битуминозных мергелей эоцена (рис. 3.2.38–3.2.41), *навагинской свитой* ( $Pg_2 nv$ ).

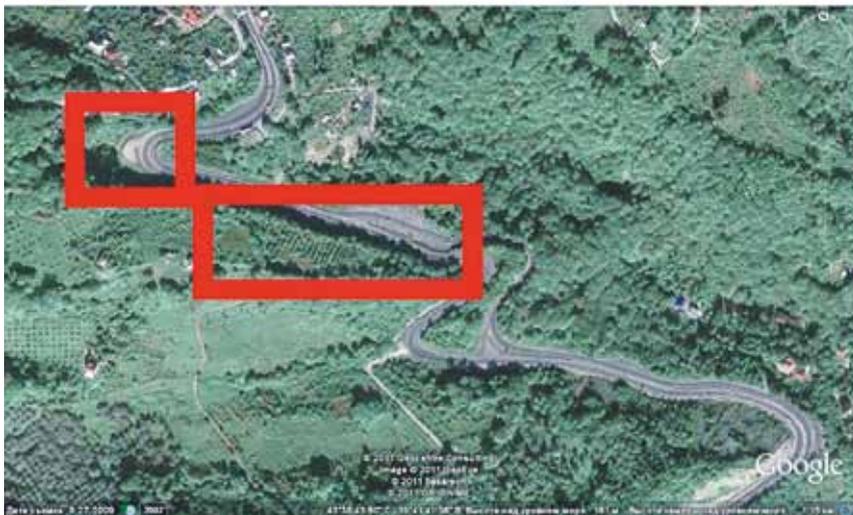
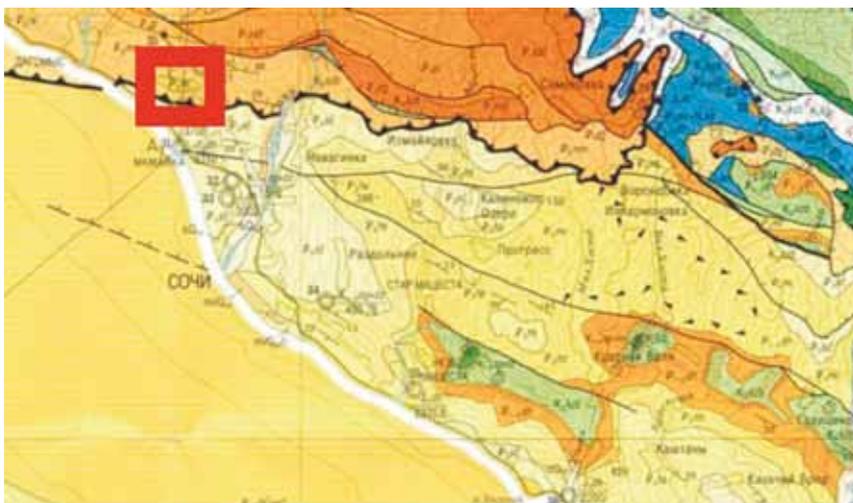


Рис. 3.2.38. Схема расположения участка исследований на геологической карте и космоснимке Google

В окрестностях г. Сочи, севернее поста ДПС «Мамайка» в откосе шоссе наблюдаются выходы чередующихся турбидитовых сильно известковистых песчаников и глин навагинской свиты ( $Pg_2, n\nu$ ) эоцена (рис. 3.2.42, 3.2.43). Примеры геоэлектрических колонок этого района приведены на табл. 3.2.3, 3.2.4.



Рис. 3.2.39. Послойные срывы пластов волнисто-слоистых мелкозернистых, местами среднезернистых серо-ржаво-бурых песчаников с иероглифами по серо-черным глинистым мергелям, выполняющим функцию водоупора. АЗ ПД 350, угол 30°



Рис. 3.2.40. Песчаники тонкослоистые известковистые слюдястые с иероглифами



Рис. 3.2.41. По отпрепарированной кровле слоя песчаников, на которой видны знаки глубоководной ряби подводного течения, «течет» глина (текучепластичная консистенция)



Рис. 3.2.42. Общий вид обнажения. Видны оползневые тела по глинам

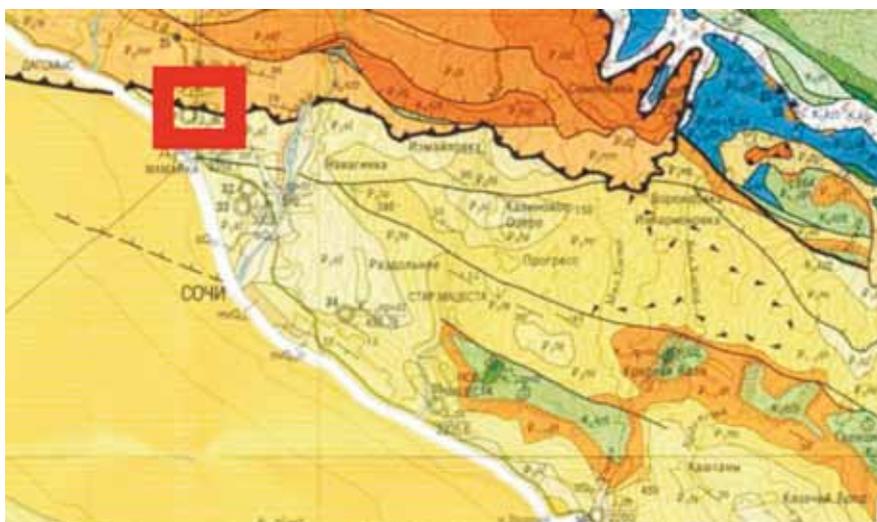


Рис. 3.2.43. Схема расположения участка исследований на геологической карте и на космоснимке Google

Таблица 3.2.3

## Литолого-электрическая колонка (ВЭЗ № А)

Абс. отм. м		184,63				Глубина зондирования более 1,6 м	Дата зондирования: апрель 2011			
№ слоя п/п	Стратиграфический индекс	ИГЭ №/№ группы грунтов по классификации ГЭСН	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Глубина до подошвы слоя, м	Мощность, м	Литологическое описание пород и гидрогеологическая характеристика	УГВ, м (глубина)		Геoeлектрическая характеристика. Сопротивление, Ом·м	Коррозионная агрессивность
							Появившийся	Установившийся		
1	thQ <sub>IV</sub>	1/3	183,53	1,10	1,10	Насыпной грунт: строительный мусор в суглинисто-супесчаном заполнителе			37,0	средняя
2	d-dp Q <sub>III-IV</sub>	2/3	181,03	3,60	2,50	Глины и суглинки мягкопластичные			20,0	средняя
3	eQ <sub>IV</sub>	3/4	177,63	7,00	3,40	Щебень и дресва с супесчано-суглинистым заполнителем	3,60	3,60	6,0	высокая
4	Pg <sub>3</sub>	4/5	174,63	10,00	3,00	Аргиллиты и песчаники			80	низкая

Таблица 3.2.4

## Литолого-электрическая колонка (ВЭЗ № Б)

Абс. отм. м		157,39				Глубина зондирования более 1,6 м	Дата зондирования: апрель 2011			
№ слоя п/п	Стратиграфический индекс	ИГЭ №/№ группы грунтов по классификации ГЭСН	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Глубина до подошвы слоя, м	Мощность, м	Литологическое описание пород и гидрогеологическая характеристика	УГВ, м (глубина)		Геoeлектрическая характеристика. Сопротивление, Ом·м	Коррозионная агрессивность
							Появившийся	Установившийся		
1	thQ <sub>IV</sub>	1/3	151,39	0,60	0,60	Асфальт, бетон			310,0	низкая

Абс. отм. м		157,39				Глубина зондирования более 1,6 м	Дата зондирования: апрель 2011			
№ слоя п/п	Стратиграфический индекс	ИГЭ №/№ группы грунтов по классификации ГЭСН	Абсолютная отметка подошвы слоя, м	Глубина до подошвы слоя, м	Мощность, м	Литологическое описание пород и гидрогеологическая характеристика	УГВ, м (глубина)		Геoeлектрическая характеристика. Сопротивление, Ом·м	Коррозионная агрессивность
							Появившийся	Установившийся		
2	thQ <sub>IV</sub>	1/3	150,69	1,30	0,70	Подсыпка под дорогу: щебень, песчаник, глина			13,0	высокая
3	d-dp Q <sub>III-IV</sub>	2/3	139,99	12,00	10,70	Глины и суглинки тугопластичные			27,0	средняя

### 3.3. Региональная инженерная и экологическая геология Саратовского Поволжья

Проанализируем некоторые аспекты региональной инженерной и экологической геологии на примерах объектов строительства в Саратовской области. Начнем рассмотрение с примера площадки инженерно-геологических изысканий в долине *Глебучева оврага* (овраг и одноименная улица), расположенной в г. Саратов (рис. 3.3.1). Выбор этого объекта обусловлен комплексностью и взаимосвязанностью процессов, протекающих здесь. Территория площадки приурочена к сбросу с амплитудой вертикального смещения более 100 метров, подчеркнутому вверх по разрезу флексурой, зонами разуплотнения и собственно оврагом как формой рельефа. Левый борт оврага осложнен зоной оползневой опасности. Кроме того, это – территория подтопления и развития суффозионных, эрозионных и др. опасных геолого-географических природно-антропогенных процессов, включая загрязнение окружающей среды.

Глебучев овраг в его современном состоянии – пример экологически неграмотной деятельности жителей и местных властей на территории города. На протяжении десятков лет овраг подвергается систематической засыпке техногенными грунтами от обычного бытового мусора до продуктов разрушения промышленных объектов. В результате в долине оврага наблюда-

ются многометровые толщи разнообразных насыпных грунтов, обогащенных разнообразными загрязнителями (в том числе веществами первого класса опасности – солями свинца). Антропогенные отложения затрудняют естественную дренирующую функцию оврага, способствуют усилению процессов подтопления и заболачивания. Канализационные стоки прилежащих поселков десятилетиями сливаются в овраг или поступают через самодельные врезки в ливневой коллектор. (см. Приложение 4) (Оценка..., 2008).

*Особенности тектонического строения.* Разлом по линии Глебучева оврага разделяет два геоморфоблока – Соколовогорский и Саратовско-Приволжский (рис. 3.3.2). Средние абсолютные отметки рельефа Соколовогорского геоморфоблока составляют 110-140 м, Саратовско-Приволжского – 40-90 м (см. Приложение 4).

В геологическом строении данной территории принимают участие современные техногенные и балочные аллювиальные отложения, аллювиальные верхнечетвертичные отложения и отложения аптского яруса нижнего мела.

Нижнемеловые отложения ( $K_1$ ) распространены на данной территории повсеместно. Залегают на левом борту оврага в его средней и верхней части на глубине от 3-5 м до 10 м, в днище оврага на глубине 13-25 м. Присутствуют отложения барремского, аптского и альбского ярусов. В составе нижнемеловых отложений преобладают глины. Отложения аптского яруса ( $K_1a$ ) в верхней части разреза представлены переслаивающейся песчано-алеврито-глинистой толщей. Пески и алевриты составляют суммарно менее 50% объема толщи. Часто в глинах присутствуют и прослои и линзы («каравай») песчаников, мощность которых обычно находится в пределах 0,1-0,5 м, редко до 0,7-1 м. В своей верхней части нижнемеловые отложения в известной мере выветрены (элювиированы), за счет чего имеют повышенную трещиноватость, несколько разуплотнены, содержат включения гипса и т.п.

Нерасчлененные апт-барремские отложения ( $K_1a-br$ ) представлены глинами твердой консистенции, слоистыми, с тонкими прослоями и присыпками песчаного и алевритистого материала. Мощность глин более 40 м.

Аптский ярус представлен легкими песчанистыми глинами с достаточным многочисленными алевро-песчаными прослоями. Мощность 2-5 м.

Альбский ярус. Незатронутые выветриванием альбские глины, твердой консистенции вскрыты в днище оврага вблизи его правого борта. Залегают на изреженной территории в основании разреза. Вскрытая мощность глин более 10 м.



Рис. 3.3.1. Космофотокарта Глубучева оврага

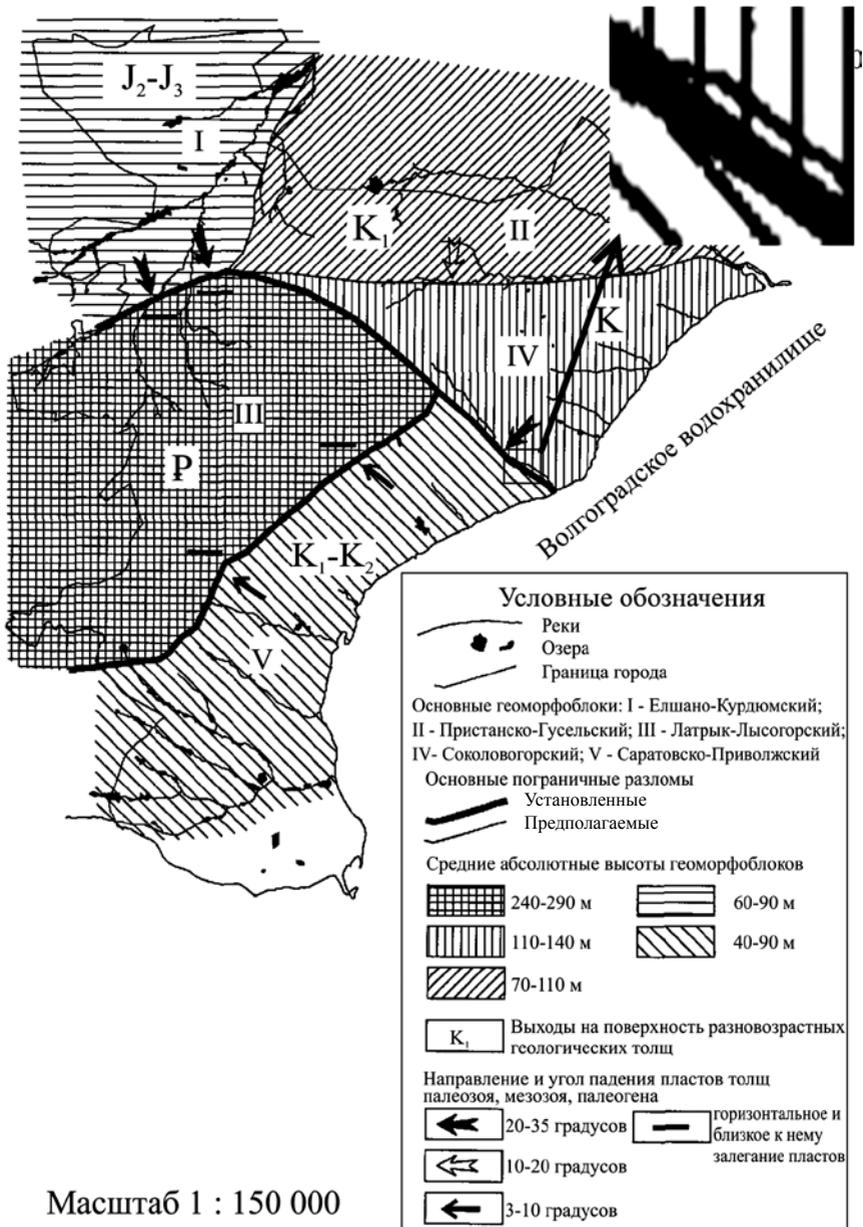


Рис. 3.3.2. Схема геоморфоблокового строения территории г. Саратова (геоморфоблоки выделены по Г.И. Худякову)

Деляпсивные раннечетвертичные отложения ( $dpQ_1$ ) представляют собой отложения древнего погребенного оползня. Возрастная датировка отложений достаточно условна. Представлены они смещенными, разбитыми на блоки и частично перемятыми нижнемеловыми глинами.

Делювиальные верхнечетвертичные-современные отложения ( $dQ_{III-IV}$ ) распространены преимущественно на левом борту оврага. Залегают непосредственно под насыпными грунтами. Представлены преимущественно суглинками с тонкими прослойками песка. Суглинки имеют мощность 1,5-13 м, преимущественно тугопластичную консистенцию. Ниже залегают разновозрастные глины мощностью 4,2-5,6 м.

Аллювиальные верхнечетвертичные-современные отложения ( $aQ_{III-IV}$ ) распространены по имеющимся данным только в днище оврага, но даже здесь часто частично или полностью размыты. Представлены они преимущественно суглинками с прослоями и линзами песков. В грунтах часто присутствуют включения щебня, дресвы и полуокатанной мелкой гальки и гравия осадочных пород. Мощность суглинков достигает 3 м.

Аллювиально-делювиальные отложения голоценового возраста ( $adQ_{IV}$ ) слагают русло водотока Глебучева оврага. Отложения представлены песками тонко-мелкозернистыми, серо-бурыми, желто-бурыми, грязно-бурыми, глинистыми, или суглинками песчаными, серовато-бурыми, желто-бурыми, пластинчатыми, гумусированными. Средняя мощность отложений составляет 4-5 м.

Современный речной аллювий ( $aQ_{IV}$ ) залегают в днище оврага под намывными песками и насыпными грунтами. Представлен преимущественно суглинками с содержанием органических веществ, иногда заторфованными. В суглинках также присутствуют включения дресвы и полуокатанной мелкой гальки и гравия осадочных пород (опок, песчаников). Мощность балочного аллювия до 10-15 м, реже более.

На рис. 3.3.3 схематично показан геологический профиль вдоль берега р. Волги, на котором виден флексуорообразный изгиб мезозойских отложений примерно по линии Глебучева оврага, на рис. 3.3.4 – профиль по участку изысканий, а на рис. 3.3.5 – 3D-модель геологического строения.

*Особенности распространения техногенных отложений.* Характер распределения по площади и значения мощностей на участке приведены на рис. 3.3.6. На изучаемой территории выделяются различные типы техногенных (антропогенных) отложений *по литологическому составу и характеру погребенной флоры* (рис. 3.3.7). В разных по вещественному составу типах антропогенных отложений присутствуют различные включения, среди которых можно выделить два – естественные и искусственные (рис. 3.3.8).

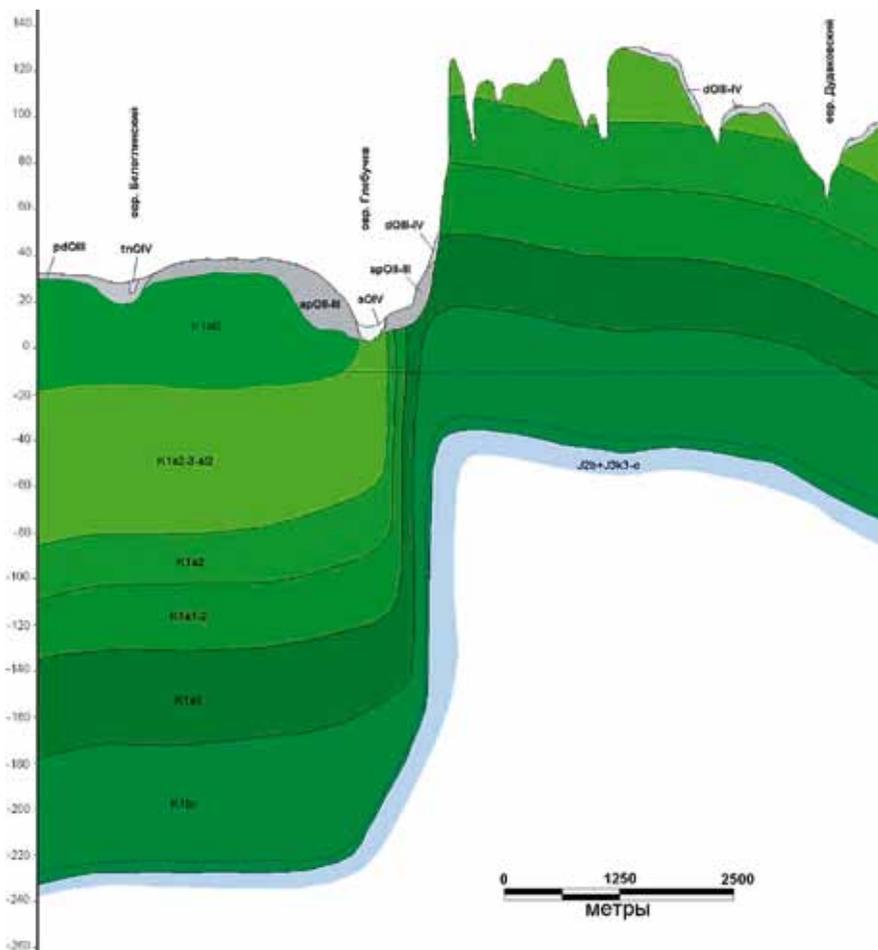


Рис. 3.3.3. Геологический профиль вдоль берега р. Волги

*Смет с дорог, грунт из котлованов, опавшая листва и прочий небывотной мусор*, вывозившийся городскими спецхозяйствами, который складировался на склонах и присклоновых участках с 50-60-х годов XX века. Данный тип отложений имеет наибольшую мощность со стороны улицы Рогожина (т.н. 20, 23, 24, рис. 3.3.8), хотя по площадному распространению покрывает большую часть территории исследуемого участка. Его фильтрационные свойства относительно низкие, поскольку за прошедшие со времени их образования 30-50 лет грунты в значительной степени уплотнились как в процессе диагенеза, так и под весом вышележащей толщи техногенных отложе-

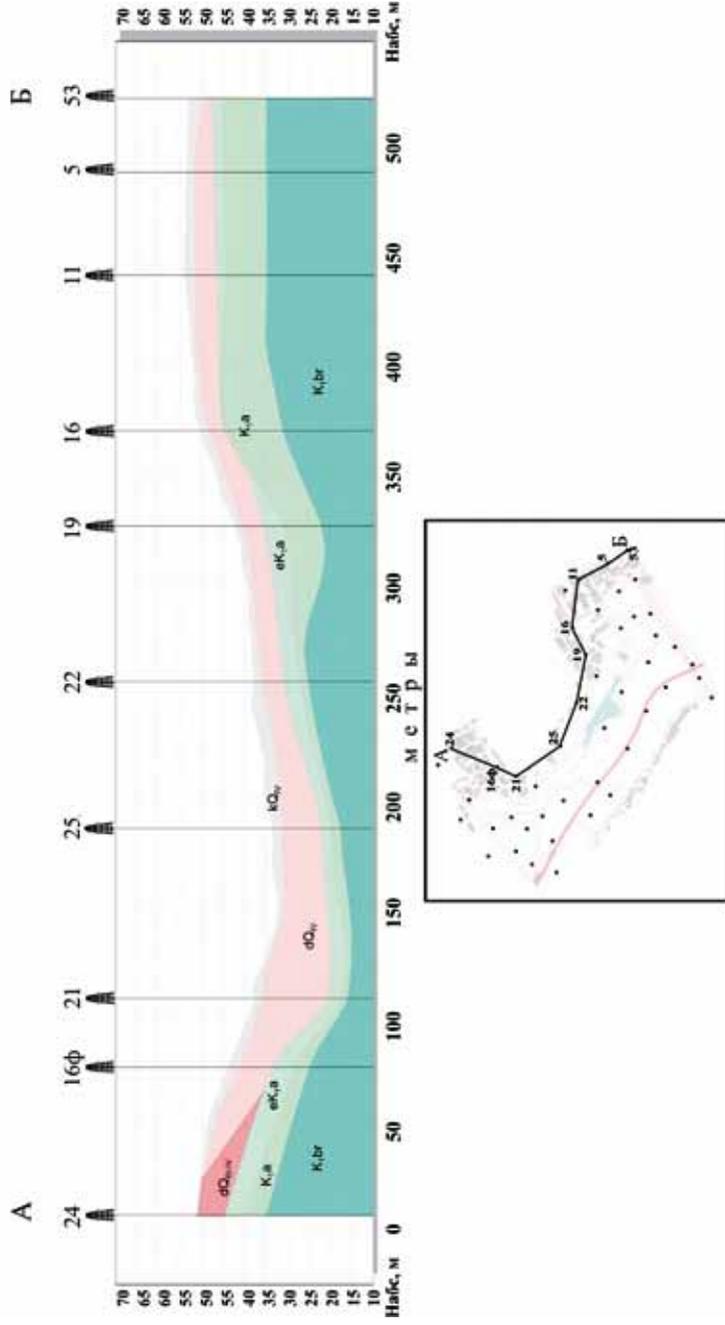


Рис. 3.3.4. Геолого-геоморфологический профиль по линии А-В

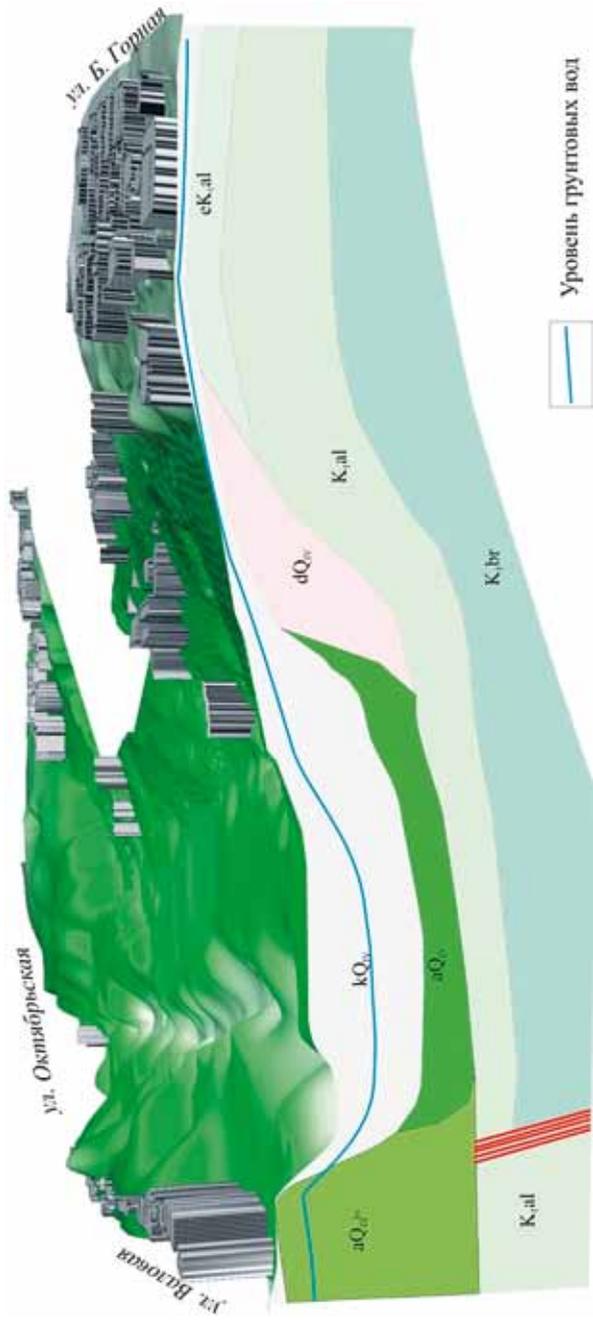


Рис. 3.3-5. 3D-модель участка долины Глубучева оврага

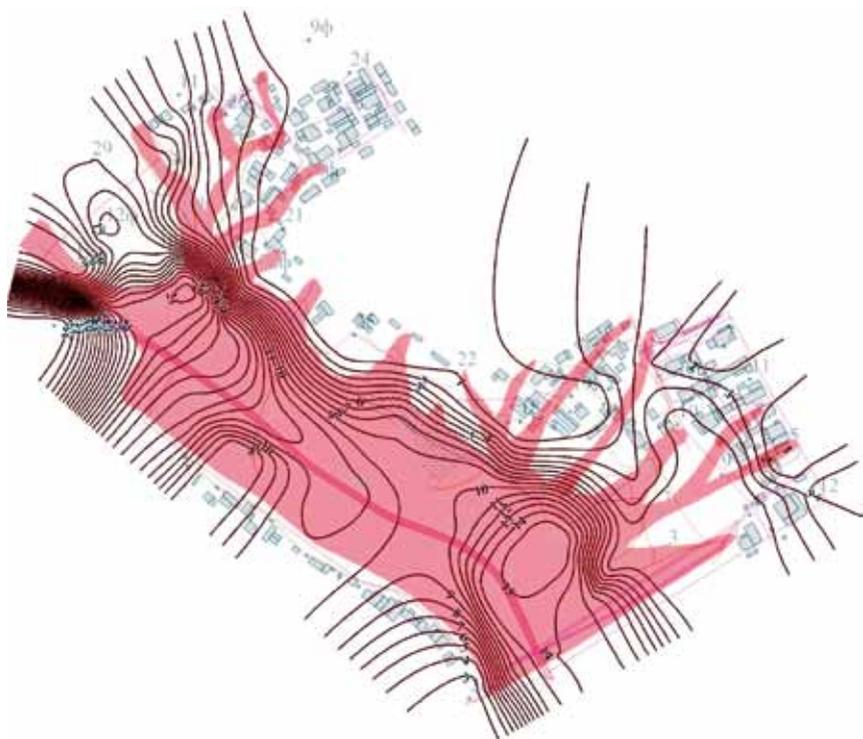


Рис. 3.3.6. Карта мощности техногенных отложений, совмещенная с элементами погребенной эрозионной сети в естественной долине Глебучева оврага

ний и проезжавшей в разное время автотехники. Таким образом, данную толщину можно рассматривать как водоупор, по которому прослеживаются зоны разгрузки локальных водоносных горизонтов, имеющих закономерное «падение», параллельное коренному склону. Происхождение подземных вод данного гидрогеологического горизонта в основном естественное (некогда существовавшие, а ныне засыпанные притоки и ложбины стока водотока Глебучева оврага), хотя значительные объемы вод могут периодически поступать из выгребных ям частных домовладений, утечек водонесущих коммуникаций и излишнего полива садово-огородных участков на склонах.

В настоящее время техногенные отложения данного типа фрагментарно прослеживаются в основном на левом борту оврага, а по большей части погребены на глубину 4-8 метров, их мощность колеблется от 0,5-1 м до 4-5 м (рис. 3.3.10).

## Типы антропогенных отложений в долине Глебучева оврага



Рис. 3.3.7. Типы антропогенных отложений в долине Глебучева оврага

## Типы включений в антропогенных грунтах

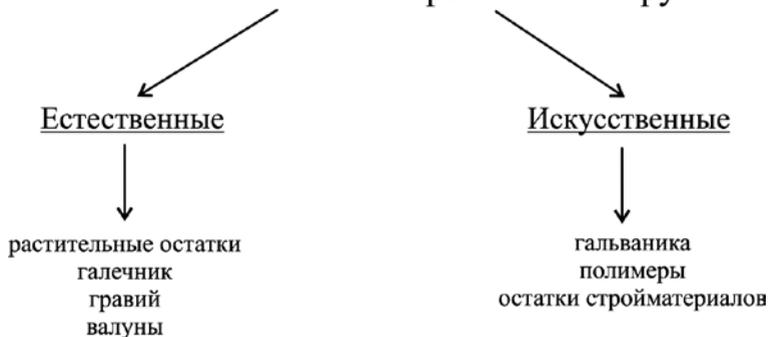


Рис. 3.3.8. Типы включений в антропогенных грунтах

*Технические отходы, включающие гальванику, аккумуляторы, обломки кирпичей и остатки фундаментов, перемешанные с привезенными грунтами (супеси, суглинки, пески и глины),* формировались в основном в 80-90-х годах XX века. Эти отходы, мощностью более 2,5 м (рис. 3.3.11), перекрывают значительную часть долины оврага и вытянуты длинным «языком» в сторону моста, увеличивая мощность к бывшей притальвежной части. В районе ФОК «Звездный» мощность данного типа грунтов значительно сокращается. Непосредственно к правому борту оврага свозить отходы стали только в последние годы. Обширные заболоченные участки вдоль правого склона значительно сократились, и в настоящее время уровень грунтовых вод находится внутри этой толщи. Данный тип отложений крайне слабо уплотнен, по многочисленным полостям свободно циркулирует атмосферная вода. Таким об-



Рис. 3.3.9. Расположение полигона, точек наблюдения и пробоотбора почвенного субстрата



Рис. 3.3.10. Выход вод по уплотненным насыпным грунтам и дополнительное увлажнение склона местными жителями (труба в правой части снимка, т.н. 30)



Рис. 3.3.11. Видимая мощность антропогенных грунтов, состоящих из технических и бытовых отходов (т.н. 35)



Рис. 3.3.12. Формирование конусов выноса, в которых мощность бытовых отходов достигает 1-1,5 метров (т.н. 11)

разом, в местах выхода на поверхность данных отложений резко сокращается поверхностный сток воды, и атмосферные воды практически целиком просачиваются внутрь массива, что способствует подтоплению и заболачиванию отдельных его участков. Значительно влияние данной техногенной толщи на гидрогеоэкологическое состояние подземных вод: инфильтруясь, атмосферные и поверхностные воды обогащаются техногенными примесями, мигрируя от источников загрязнения (изучаемой толщи) в сторону погребенного коллектора и, в дальнейшем, Волги.

*Слой бытовых отходов мощностью 0,5-1,5 м* на правом борту оврага вдоль улицы Валовой, который перекрывает коренные (четвертичные) отложения. Крутые склоны (30-40°, местами более) сильно обводнены, в результате чего постоянно осыпаются и оползают. Склон практически не высыхает из-за покрытия его мусором и деревьями. Обводнение склона происходит по причине неумеренного полива прилегающих огородов, из-за выбрасывания жителями отходов на склон, расположения туалетов у бровки склона (имеют прямой слив в овраг). Такая ситуация обусловлена отсутствием водопроводной и канализационной сетей на четной стороне улицы Валовой (рис. 3.3.12).

*Намывные грунты*, созданные с помощью гидромеханизмов после сооружения ливневого коллектора в целях выравнивания рельефа, уже в процессе формирования накладывались на отсыпанные ранее техногенные грунты. Намывные грунты представлены речным песком средней мощностью 3-5 метров, которые перекрывают ранее созданные насыпные грунты. Данный тип техногенных отложений занимает притальвежную часть долины и в настоящее время погребен на глубины от 7 (на присклоновых участках) до 14 метров (в центральной части). Гидрогеологическое значение этих отложений весьма велико: они имеют хорошую водопроницаемость и обеспечивают отвод преимущественно естественных грунтовых вод как со склонов, так и в сторону Волги. Приток поверхностных и атмосферных грунтовых вод не столь велик, поскольку сверху и частично снизу намывные грунты перекрыты значительной по мощности толщей техногрунтов, имеющих слабую фильтрационную способность.

*Новейшая насыпная толща, состоящая из остатков стройматериалов* (выровненные и присклоновые участки) *и бытовых отходов* (на склонах), *перемешанных с привезенными почвогрунтами*, образована в последние 20 лет (рис. 3.3.13). Отложения совершенно не сортированы, обладают большой разуплотненностью, пористостью, просадочностью. Условно по степени обводненности данный тип техногенных отложений можно разделить (снизу вверх по разрезу) на обводненные, увлажненные и сухие. Обводненные на-

сыпные грунты залегают непосредственно на глинистых уплотненных грунтах. Степень обводненности толщи уменьшается к поверхности. Атмосферные и поверхностные воды достаточно хорошо фильтруются через 4-5-метровую толщу этих отложений, не задерживаясь внутри массива (хотя могут быть локальные исключения, вызванные отсыпкой глинистого грунта).

Общая мощность техногенных отложений и степень преобразованности естественного гидрогеологического режима имеют прямую зависимость и значительно меняются по территории исследований. Наибольшие мощности техногенных отложений располагаются в прирусловых участках бывшего водотока оврага, а также на присклоновых выположенных участках вдоль левого борта оврага.

Первый от поверхности естественный водоносный горизонт в четвертичных отложениях в настоящее время погребен, а на поверхность выходят воды техногенного горизонта примерно по изогипсе +40 метров. Этот сложный, неоднородный водоносный горизонт необходимо локализовать.

*Описание разреза около дома № 377 по ул. Глебучев овраг (т.н. 30), вскрытого экскаватором.*

Слой 1. Инт. 45-43 м (мощность 2,0 м) – сухой насыпной грунт, представленный перемешанными остатками ТБО (банки, пакеты, посуда и пр.), садово-огородными отходами (ветки, ботва) с включениями строительного мусора (бетон и кирпич).

Слой 2. Инт. 43-39 м (мощность 4,0 м) – увлажненный грунт, состав которого близок к вышеописанному, но увеличивается относительная доля почв и естественных грунтов. Увлажненные грунты «вытягиваются вверх» по разрезу, подчеркивая таким образом ложбины стока. В данном типе грунтов частично погребены здания старой постройки, а также на всю толщу стволы деревьев, которые уходят ниже по разрезу. Возраст деревьев относительно молодой, что свидетельствует об образовании данных толщ в течение последних 10-15 лет.

Слой 3. Инт. 39-35 м (мощность 4,0 м) – обводненный насыпной грунт, в котором фрагментарно встречаются неразложившиеся остатки стволов и веток деревьев. Толща образована илистыми грунтами с резким запахом, что подчеркивает застойные явления воды в данной толще. В стенке видны остатки фундаментов старых построек. В эту толщу выходят трубы несанкционированного слива бытовых отходов из частных домовладений. По всей толще отмечаются многочисленные выходы безнапорных грунтовых вод, дебиты которых составляют 0,1-0,2 л/с.

Слой 4. Инт. 35-34 м (мощность 1,0 м) – *граница между рыхлыми и глинистыми насыпными грунтами (водупор), наблюдается застаивание*



Рис. 3.3.13. Граница новейшей насыпной толщи со слоем уплотненного глинистого грунта (т.н. 16)

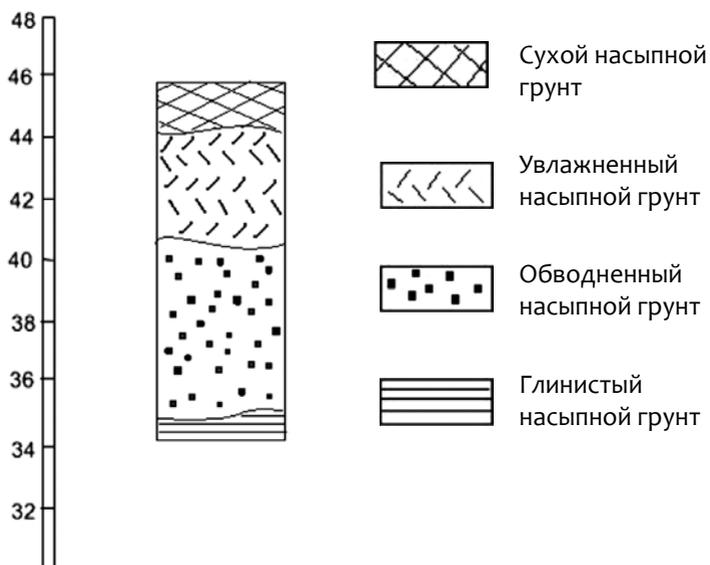


Рис. 3.3.14. Литологическая колонка техногенных отложений разреза в т.н. 30 (около дома № 377 по ул. Глубучев овраг)

вод. Включения остатков деревьев и ТБО становятся все более редкими. Концентрируясь в понижениях, вода направляется вниз по склону.

Таким образом, в разрезе вскрыта толща техногенных отложений *видимой мощностью 11-12 метров*, однако полная мощность несколько больше. Первый от поверхности водоносный горизонт вскрывается примерно на изогипсе +39-40 м. На рис. 3.2.14 показана литологическая колонка (гидрогеологические характеристики были приведены выше).

Изучаемая территория в *геоморфологическом отношении* представляет собой сильно антропогенно трансформированный фрагмент речной долины в бассейне Глебучева оврага (рис. 3.3.15).

Современные морфологические характеристики долины (длина, площадь, рисунок сети), имеющие в последние 200 лет тенденцию к резкому уменьшению значений (табл. 3.3.1, см. Приложение 4), подчеркивают главную особенность геоморфологии долины – природная составляющая в строении бассейна заметно сокращена, доминирует сильное техногенное вмешательство человека, которое значительно преобразовало долину (см. Приложение 4).

Таблица 3.3.1

Изменение длины и площади долины Глебучева оврага на урбанизированной территории Саратова

Год	Долина Глебучева оврага				Источники данных
	Длина оврага, выраженного на карте, м	Длина «модельного участка» <sup>1</sup> , м	Площадь оврага, выраженного на карте, км <sup>2</sup>	Площадь «модельного участка», км <sup>2</sup>	
2008	3,9 км	16	Данные современной космической съемки		
1951	8,9	5,3	33,3	21,4	Карта г. Саратова 1951 года издания
1870 с поправкой 1884	14,3	10,2	60,2	36,9	Карта г. Саратова 1870 года издания с поправкой 1884 г.
1810	14,9	80,5	Карта г. Саратова 1810 года издания		

<sup>1</sup> В качестве «модельного участка» взята часть долины Глебучева оврага, показанная на первой карте Саратова 1810 года. На картах за другие годы долина оврага часто отображалась значительно больше той, которая представлена на первой карте города.

Проанализируем *геологические процессы и явления*, типичные для площадки инженерно-геологических изысканий (см. *Приложение 4*).

Склоны оврага на участке исследований являются *оползнеопасными* (рис. 3.3.15). Многочисленные выходы подземных вод нижнеаптского водоносного горизонта в сочетании с крутизной склона ( $>10^\circ$ ) приводят к оползанию, формированию оплывин в четвертичных отложениях, нередко с захватом коренных нижнемеловых глин и алевроитов. Мощность таких отложений достигает 3-4 м. Современные микрооползни в четвертичных и техногенных отложениях, имеющие преимущественные размеры до 10-15 м по фронту с захватом пород на расстояние 1-1,5 м от бровки склона.

Наиболее опасными для потенциального строительства на участке исследований являются участки распространения реликтовых оползневых тел, дешифрируемых с помощью космоснимков (рис. 3.3.17).

*Опасность просадки грунтов.* Как актуальные для района исследований следует отметить суффозионные процессы, разжижение пород, усадку и набухание глинистых пород.

*Физико-механические свойства грунтов* на участке изысканий, по данным ЗАО ДАР/ВОДГЕО приведены в табл. 3.3.2.

*Изучение деформаций строений на участке изысканий.* Маршрут по изучению деформаций домов по улице Валовой совершен 19.08.2008 года (правый борт Глебучева оврага) и 20.08.2008 года (левый борт) совместно с И.А. Яшковым и А.С. Шешневым (СГТУ).

Причиной деформаций, по свидетельству жителей, является медленное отступление склона, что особенно четко проявляется в весенний период. Следует отметить антисанитарное состояние склона оврага: из каждого двора к обрыву выходит калитка, откуда жители выбрасывают отходы, туалеты расположены у бровки склона и имеют прямой слив в овраг. Частичное укрепление склона бетонными блоками проводилось в 70-е годы, однако, сейчас они вышли из строя и не выполняют своих функций, частично разрушены. Нередко деревянные («легкие конструкции») дома буквально «нависают» на склоне, и для их укрепления местные жители применяют сваи и отсыпки грунта. Со слов местных жителей дома 64 по улице Валовой, со стороны улицы Рогожина, где находится максимум абсолютных высот техногенного грунта, отсыпка проводилась в основном в 60–70-е годы, затем были незначительные насыпи. Отходы 60–70-х – это преимущественно сухой мусор городских уборочных спецхозяйств (смет с дорог, опавшая листва и пр.). Насыпные грунты 80–90-х годов, вытянутые длинным «языком» в сторону моста через овраг, выполнены в основном техническими



Рис. 3.3.15. Фрагмент строительной площадки в долине Глебучева оврага

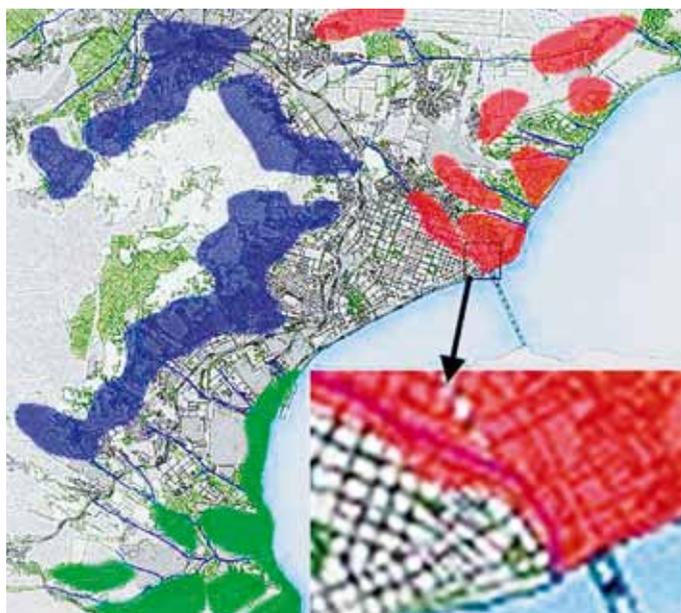


Рис. 3.3.16. Расположение участка исследований на схеме оползневой опасности территории г. Саратова (цветом показаны зоны опасности) (Иванов и др., 2007)

отходами, включающими гальванику, аккумуляторы, обломки кирпичей и остатки фундаментов, перемешанными с привезенными грунтами. Эти отходы составляют большую часть грунтов, перекрывающих коллектор. Непосредственно к правому борту оврага свозить отходы стали только в последние годы. Обширные заболоченные участки вдоль склона значительно сократились.

Далее приведены отдельные фотоиллюстрации состояния домов, подверженных различным деформациям (рис. 3.3.18).

Деформации домов на левом склоне оврага вызваны просадкой грунтов в сочетании с оползнями-оплывинами (рис. 3.3.19). Большая часть домов имеет значительные деформации и ситуация в целом аналогична правому борту оврага. Деформации домов на склонах оврага подчеркивают современную геодинамическую неустойчивость склонов: медленные оползневые подвижки в сочетании с криповым движением вещества верхней части разреза формируют в строениях характерные трещины, когда «отколовшаяся» часть дома сползает вниз по склону в сторону тальвега Глубучева оврага, либо в сторону тальвега притоков долинного комплекса.



Рис. 3.3.17. Зоны распространения реликтовых оползневых тел, выявленные по результатам дешифрирования космоснимка

Таблица 3.3.2

## Нормативные и расчетные показатели грунтов по инженерно-геологическим элементам

№ ИЭ	Геологический возраст	Геологический разрез	Мощность ИЭГ		Описание грунта	Статические показатели	Природная влажность, %	Характеристика пластичности, %			Пористость, %	Коэффициент пористости	Стена внутреннего Угол Прения Угленосе Грунта, МПа	Модуль деформации МПа		Расчетное сопротивление, МПа				
			от	до				Граница текучести	граница раскаты	число пластилин				Показатели текучести	Грунта		Плотность, г/см <sup>3</sup>	для приподнятой	для замоченного грунта	
1	кQIV		0,3	15,2	Насыльный грунт - суглинок, почва, строительные и бытовые отходы, включения металла, шлака древесины, обломков железобетона	x <sub>c</sub>	22,4	Граница текучести	17,1	15,3	0,63	1,77	1,86	1,52	42,6	0,74	0,80	26	0	0,06
2	кQIV		0	15,1	Насыльный грунт - песок средней крупности с линзами мелкого песка средней плотности насыщенный водой с редким гравием	x <sub>c</sub>	22,4	Граница текучести	32,4	17,1	0,63	2,67	1,77	1,40	47,9	0,91	0,80	15	0,015	4,0
3	оQIV		3,0	7,0	Суглинок тяжелый пылеватый, мелкопластичный с примесью растительных остатков и илестых частиц до 10%	x <sub>c</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	26,8	Граница текучести	17,9	15,0	0,89	2,62	1,72	1,40	50,0	1,00	0,82	10	0,012	3,0
3а	оQIV		2,0	6,8	Суглинок тяжелый пылеватый, текучепластичный с включениями растительных остатков и илестых частиц от 3-5 до 10-12 %	x <sub>c</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	31,3	Граница текучести	32,9	17,9	0,89	2,62	1,72	1,31	50,0	1,00	0,82	9	0,010	3,0
4	оQIV		1,0	6,0	Суглинок тяжелый пылеватый, тугопластичный с включением карбонатов, линзами песка и редким гравием	x <sub>c</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	24,7	Граница текучести	18,5	14,1	0,44	2,67	1,78	1,43	46,4	0,87	0,76	18	0,016	9,0
5	юIII-IV		3,5	11,3	Суглинок тяжелый пылеватый, тугопластичный с прослойками пылеватого песка	x <sub>c</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	21,5	Граница текучести	30,1	16,0	0,39	2,68	1,90	1,56	41,8	0,72	0,80	21	0,025	15,0
5а	юIII-IV		0	3,4	Суглинок тяжелый пылеватый, мелкопластичный желтовато-серого цвета	x <sub>c</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	27,0	Граница текучести	18,2	14,0	0,63	2,69	1,88	1,48	45,0	0,82	0,89	15	0,022	5,5

Нормативные и расчетные показатели грунтов по инженерно-геологическим элементам

№ ИТЭ	Геологический возраст	Геологический разрез	Мощность, ИГС		Описание грунта	Статистические показатели	Природная вязкость, %	Характеристика пластичности, %			Показатели текучести		Плотность, г/см <sup>3</sup>			Пористость, %	Коэффициент пористости	Степень влажности	Угол внутреннего трения	Удельное сцепление грунта, МПа	Модуль деформации, МПа		Расчетное сопротивление, МПа			
			от	до				граница текучести	граница раскатыв. пластины	число пластины	Показатель текучести	Грунта	Грунта природной влажности	сухота грунта	для природной влажности						для замоченного грунта					
6	сПлнV		0	5,6	Глина легкая пылеватая мглистоглинистая окисленная по трещинам с тонкими прослойками песка	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	27,6	33,5	17,7	17,8	0,56	2,71	1,92	1,50	44,6	0,81	0,92	14	0,041	9,0	4,5					
																							12	0,027		
7	Ф-0		1,5	12,4	Глина тяжелая пылеватая от серого до темно-серого цвета, полутвердая, участками перемежая с многочисленными зернами кварца, размером до 0,25 мм. Грунт содержит гнезда гилса и овра	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	27,6	53,0	26,5	0,04	2,71	1,90	1,49	1,88	45,1	0,82	0,91	24	0,037	18,0	6,0					
																								19	0,013	
8	сК <sub>а</sub>		2,0	6,2	Глина легкая песчаная с частыми прослойками песка, тугопластичная	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	22,7	30,8	16,6	14,2	0,43	2,71	1,94	1,58	41,8	0,72	0,86	21	0,026	18,0	8,5					
																									18	0,010
8a	сК <sub>а</sub>		1,5	4,0	Глина легкая пылеватая полутвердая темно-серая тонкослойная с прослойками пылеватого песка	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	22,8	38,4	19,9	18,5	0,16	2,70	1,92	1,56	42,2	0,73	0,84	28	0,035	21,0	10,0					
																										24
9	К <sub>аI</sub>		векр. 2,8	10,3	Глина тяжелая пылеватая черного цвета твердая слоистая слоистой структуры	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	30,6	61,4	33,0	28,8	<0	2,72	1,90	1,45	46,7	0,88	0,95	23	0,048	18,0	9,0					
																										18
10a	К <sub>а</sub>		4,0	13,6	Глина песчаная, полутвердая, слоистая, слоистость обусловлена прослойками пылеватого песка, встречаются прослойки песчанника, порода прослойки песчанника, порода	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	22,3	37,2	19,4	17,8	0,16	2,69	1,93	1,58	41,3	0,70	0,86	27	0,030	22,0	10,5					
																										22
10	К <sub>а</sub>		1,3	6,4	Глина легкая пылеватая с прослойками песка и песчанника, твердой консистенции, порода трещиноватая	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	17,5	38,6	18,8	<0	2,67	1,90	1,62	39,4	0,65	0,72	30	0,028	25,0	11,0						
																										26
11	К <sub>br</sub>		векр. 4,0	17,5	Глина легкая с прослойками тяжелой темно-серой и черной с прослойками песчанника, порода трещиноватая преимущественно твердой консистенции	x <sub>н</sub> x <sub>0,85</sub> x <sub>0,95</sub>	23,8	46,2	24,0	22,2	<0	2,71	1,92	1,53	43,5	0,77	0,84	25	0,042	25,0	15,0					



Валовая, 46



Валовая, 62



Валовая, 42



Валовая, 44

Рис. 3.3.18. Деформации домов на правом склоне Глебучева оврага

В рамках *геоэкологических исследований* участка было отобрано 80 проб (42 с поверхности и 42 с глубины 1 м), в процессе обработки которых получено 252 аналитических определения валовых содержаний Cd, Pb, Hg. Геохимические аномалии выделяются от порогового уровня в 1 ПДК (значения ПДК для металлов приводятся в табл. 3.3.3).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) металлов

Элементы	Свинец (ПДК)	Ртуть (ПДК)	Кадмий (ПДК)
Валовые формы	32 мг/кг	2,1 мг/кг	2 мг/кг



Ул. Глебучев овраг, 369



Ул. Рогожина, 2

Рис. 3.3.19. Деформации домов на левом склоне Глебучева оврага

Результаты эколого-геохимического обследования почв и грунтов исследуемого участка на содержание в них соединений *ртути и кадмия*, указывают на *токсикологическую безопасность* данных грунтов по этому элементу, как в приповерхностном, так и в глубинном слоях. Результаты аналитических определений дают основание, по содержанию в них соединений *свинца*, отнести 81% исследуемых земель приповерхностного слоя (глубина 5 см) к категории *слабозагрязненных* (превышение ПДК от 1 до 4 единиц), для глубинного слоя (глубина отбора 1 м) – около 45% земель относиться к категории *допустимого загрязнения* и 35% – *слабозагрязнённых*. Исходя из анализа картосхем суммарного загрязнения, как для приповерхностного, так и для глубинного слоя большая часть территории (98 и 85% соответственно) относится к категории земель с допустимым уровнем загрязнения. Несмотря на токсикологическую безопасность исследуемых почв и грунтов по двум из трёх элементов, уровень свинцового загрязнения (до 10 ПДК) является основанием *для снятия верхнего слоя почв и грунтов*. Примеры картосхем уровня загрязнения участка соединениями ртути, кадмия и свинца с комментариями приведены на рис. 3.3.20-3.3.27. При их составлении использован метод *интерполяции* (Оценка..., 2008 и др.). Работа выполняется совместно с лабораторией экологической геохимии при кафедре геоэкологии СГУ под руководством М.В. Решетникова.

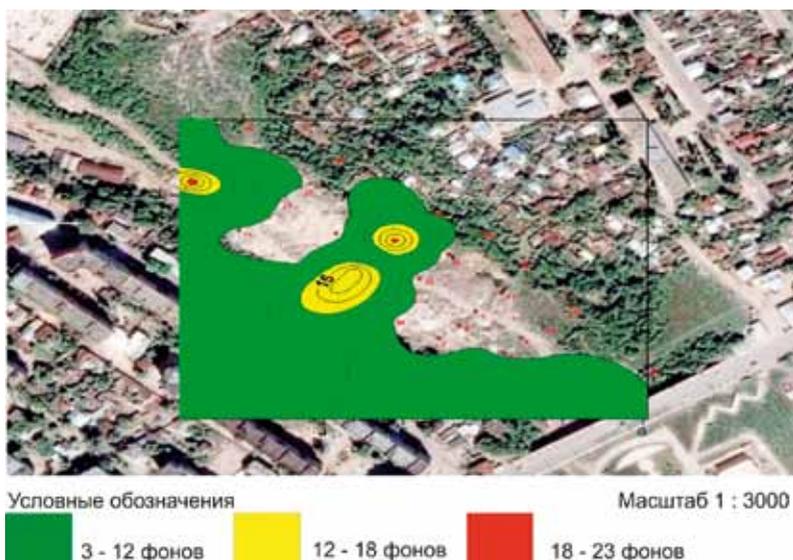


Рис. 3.3.20. Картограмма превышения фоновых концентраций соединений Hg в поверхностном горизонте (глубина отбора 5 см) исследуемого участка. *Комментарий:* Ртуть обнаружена во всех пробах в концентрации от 0,018 до 0,628 мг/кг при фоне в 0,026 мг/кг. Максимальное превышение фоновых концентраций в 24 раза. В 57,5% проб зафиксировано трёхкратное превышение фоновых значений, от которых принято строить аномальные зоны. На исследуемом участке выделены две пространственно разобщённые аномалии. Максимальные содержания ртути не достигают уровня предельно допустимых концентраций

В качестве **примера** рассмотрим также геологическое строение района Октябрьского ущелья (территория г. Саратова; Смилевец, Иванов, Одинокоев и др., 2007; Смилевец, Хаюк, Одинокоев и др., 2007; Смилевец, Хаюк, Кравцова и др., 2007; Иванов, Яшков, 2007; Иванов и др., 2007 и др.).

Склоны на территории Саратова сложены породами песчано-глинистого состава, вследствие этого оползни приурочены к интервалам разреза почти всех геологических возрастов: от юрских и меловых до четвертичных и техногенных отложений. Кроме того, для коренных пород в районе Саратова характерна тектоническая нарушенность, что обуславливает наличие зон повышенной трещиноватости и микросдвигов. В таких зонах прочностные параметры пород ослаблены. Способствуют образованию оползней и морфологические условия крутых склонов Соколовогорского и Лысогорского массивов, в первую очередь высота плато, достигающая 100-120 м, и крутизна склонов, достигающая до 40-45°. В этих условиях активно развивают-

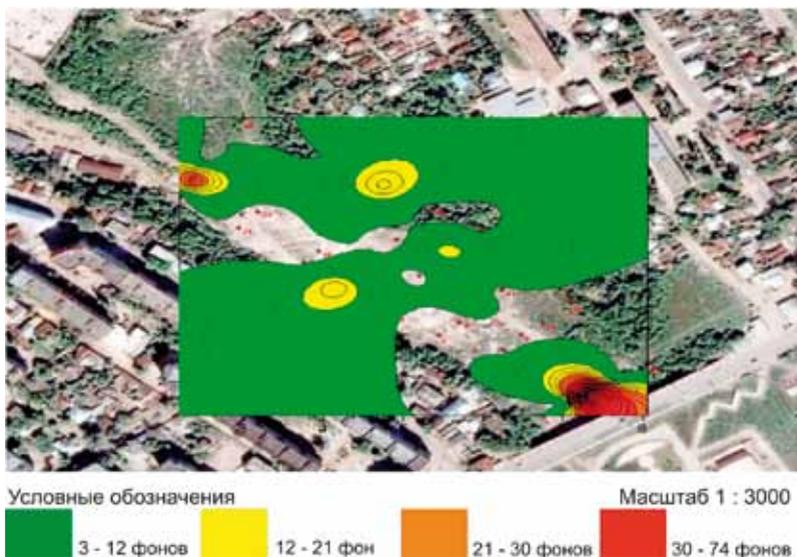


Рис. 3.3.21. Картограмма превышения фоновых концентраций соединений Hg в глубинном горизонте (глубина отбора 1 см) исследуемого участка. Комментарий: Ртуть обнаружена во всех пробах в концентрации от 0,015 до 1,94 мг/кг при фоне в 0,026 мг/кг. Максимальное превышение фоновых концентраций в 74,5 раза. В 52,5% проб зафиксировано трёхкратное превышение фоновых значений, от которых принято строить аномальные зоны. На глубине 1 м исследуемого участка существует практически единое геохимическое поле повышенных (выше 3 фонов) концентраций ртути. Структура этого поля кардинально отличается от структуры аналогичного поля на поверхности. Аномалии ртути на глубине 1 м захватывают приблизительно 70% площади исследуемого участка и интенсивность их в некоторых точках в разы выше. Максимальные содержания ртути не достигают уровня предельно допустимых концентраций

ся такие экзогенные процессы, как эрозия, абразия, выветривание, суффозия, обвалы и осыпи, что негативно влияет на устойчивость склонов.

Оползень Октябрьского ущелья сформировался на левом крутом борту между каптированным родником и ЛЭП-110. Ширина оползня по фронту 200 м, длина его от тылового шва до окончания фронтального языка 150 м. Мощность оползневого тела составляет 25-30 тыс. м<sup>2</sup> с общей массой около 0,5 млн. т. Характерная особенность оползня – его тесная связь с участками разгрузки подземных вод, в том числе с Октябрьским родником. На активной стадии свежие оползневые трещины отрыва веерообразно расходились от тальвега с каптажными сооружениями в восточном направлении. Опол-

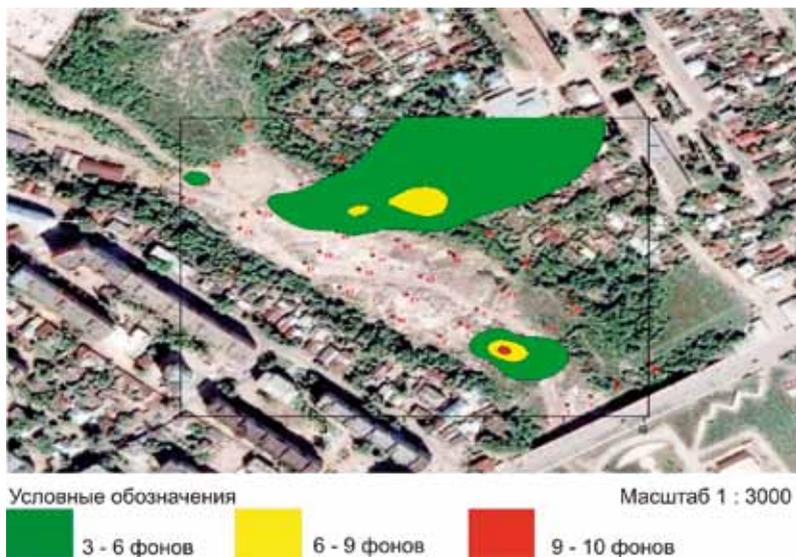


Рис. 3.3.22. Картосхема превышения фоновых концентраций соединений Cd в поверхностном горизонте (глубина отбора 5 см) исследуемого участка. Комментарий: кадмий обнаружен во всех пробах в концентрациях от 0,05 до 2,54 мг/кг при фоновом значении в 0,23 мг/кг. Большая часть (80%) проб содержит кадмий в концентрациях, меньших порогового уровня (0,69 мг/кг). На обследованной территории выделены три пространственно разобщённые аномалии кадмия. Максимальные содержания кадмия в нескольких точках достигают и превышают уровень предельно допустимых концентраций (1-2 ПДК)

зень активно проявился летом 2004 г. В последней декаде сентября 2004 г. дебит родника составил более 3 м<sup>3</sup>/ч. Подвижки оползня привели к деформации и перегibu трубы из каптажного колодца и уменьшению дебита до 0,09 м<sup>3</sup>/ч в последней декаде июля 2005 г., обрыву водосточной трубы из города до санатория «Октябрьское ущелье». Наибольшая подвижка произошла в марте-апреле 2005 г., когда горизонтальная амплитуда перемещения составила несколько метров, и язык оползня, повалив деревья в возрасте нескольких десятков лет, продвинулся к тротуарной дорожке.

Судя по наблюдениям с поверхности и результатам буровых работ, оползень имеет ярко выраженные зеркала скольжения со швами и бороздами трения, и, в случае дальнейшего переувлажнения, оползневые массы могут перекрыть автодорогу, разрушить придорожные коммуникации и прочие сооружения. Движения оползня следует ожидать в периоды длительных дождей, поскольку трещины отрыва растяжения бровки срыва открыты и будут с мак-



Рис. 3.3.23. Картограмма превышения фоновых концентраций соединений Cd в глубинном горизонте (глубина отбора 1 см) исследуемого участка. Комментарий: кадмий обнаружен во всех пробах в концентрациях от 0,006 до 1,72 мг/кг при фоновом значении в 0,23 мг/кг. Большая часть (87,5%) проб содержит кадмий в концентрациях, меньших порогового уровня в 3 фона (0,69 мг/кг). На обследованной территории выделены три пространственно разобщённые точечные аномалии кадмия, максимальные содержания кадмия не достигают уровня предельно допустимых концентраций

симальной интенсивностью насыщаться атмосферными, поверхностными и подземными водами. Расширение оползня по фронту может и далее угрожать ЛЭП-110.

Другой исследуемый оползневой участок расположен на правом коренном борту *Смирновского ущелья*, в районе областной клинической больницы Саратова, приурочен к северному склону так называемой «Лопатиной горы», представляет собой останец с абсолютной отметкой 250 м, выражен в рельефе в виде узкой седловины, вытянутой с запада на восток длиной около 450 м (рис. 3.3.28, см. Приложение 4). На участке активно применялись геофизические методы.

*Сейсморазведочный метод преломленных волн (МПВ)* применялся для дополнения данных бурения, полученных в сложных геологических условиях; выделения зон разуплотнения, динамически напряженных зон; определения уровня грунтовых вод; мониторинга развития оползневых процессов.

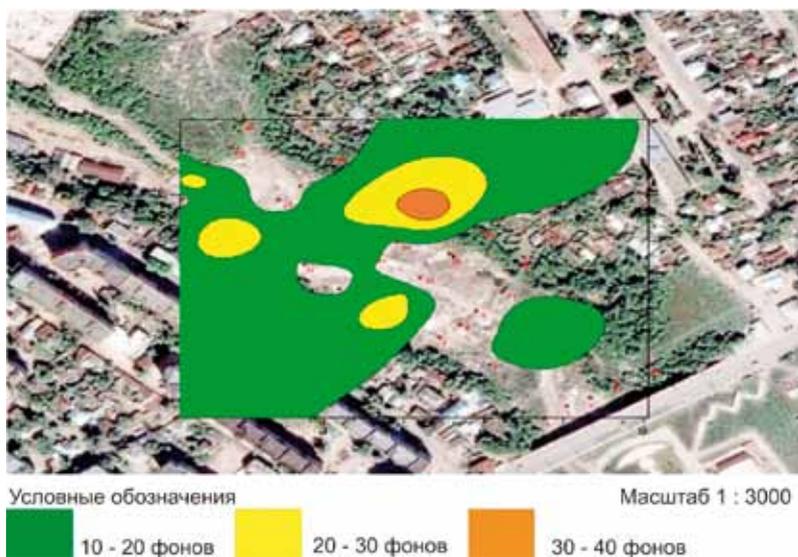


Рис. 3.3.24. Картосхема превышения фоновых концентраций соединений Рb в поверхностном горизонте (глубина отбора 5 см) исследуемого участка. *Комментарий:* свинец является одним из наиболее распространённых металлов в геохимическом поле г. Саратова. Его присутствие установлено во всех проанализированных пробах в концентрациях от 2,6 до 330 мг/кг, при этом в 10% проб содержание свинца не достигает порогового уровня, равного трём фоновым концентрациям

*Электроразведочным методом зондирования становлением электромагнитного поля в ближней зоне (МЗСБ) изучалась геоэлектрическая модель верхней части разреза (ВЧР) до глубины 20 м; выделялись границы оползневых блока, зоны обводнения; картировалась поверхность водоупора (зеркала скольжения, рис. 3.3.29).*

Сеть профильных сейсмических и электромагнитных зондирований определялась, исходя из проектной и фактической сети опорных профилей инженерно-геологических скважин с размещением основного объема геофизических исследований у скважин и между скважинами, на участках, где не было возможно заложение скважин. Таким образом, сеть геофизических профилей дополняла сеть инженерно-геологических профилей.

Сейсмические исследования по методу МПВ проведены под руководством профессора О.Д. Смилевца (СГТУ) по четырем профилям, ориентированным вдоль правого борта ущелья и рассекающим оползневые блоки. Использовалась регистрирующая аппаратура – сейсмостанция ЭХО-3, 24-ка-

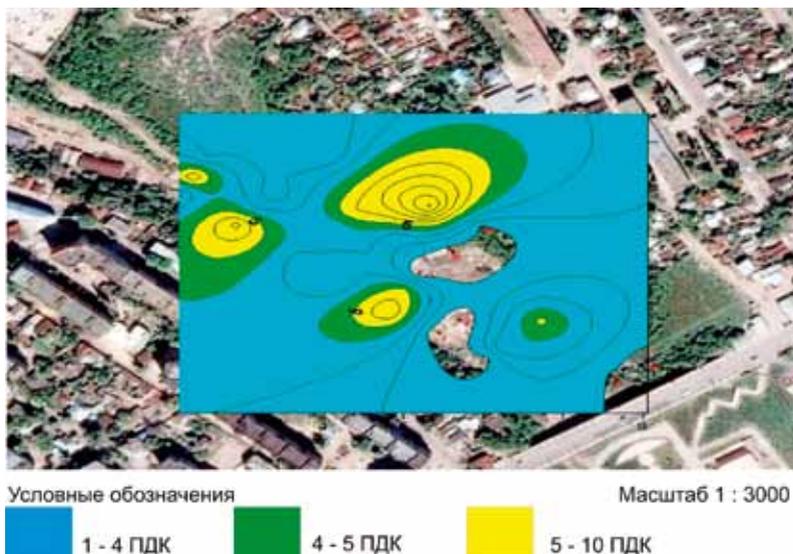


Рис. 3.2.25. Картограмма превышения ПДК соединениями Pb в поверхностном горизонте (глубина отбора 5 см) исследуемого участка. *Комментарий:* при оценке загрязнения земель валовыми формами свинца при концентрации < 1ПДК последние относятся к категории допустимого загрязнения, концентрации от 1ПДК до 4ПДК классифицируются как низкий уровень загрязнения. Более 4ПДК и земли относятся к среднему уровню загрязнения. Загрязнение основной части городской территории (50%) варьирует в интервале 1-2 ПДК, в перечисленных выше ядрах аномалии – от 2 до 10 ПДК

нальная сейсмическая коса с шагом между каналами 2 м. Электромагнитные зондирования по методике МЗСБ проведены по сети профилей МПВ. Использована измерительная аппаратура «Карьер-М» с однопетлевой установкой со стороны  $L = 10$  м.

В результате экспресс-обработки данных сейсморазведки МПВ по методике встречных годографов удалось получить первую преломляющую границу, отождествляемую с поверхностью мягкопластичных глин. После окончательной обработки материалов МПВ по способу расходящихся годографов построены глубинные (скоростные) разрезы по профилям и карты с выделением в разрезе в интервале глубин до 20 м (ВЧР) нескольких преломляющих границ по градиентам эффективной продольной скорости  $V_{эф}$  (рис. 3.2.30).

В скоростном разрезе в интервале ВЧР выделены четыре скоростные преломляющие границы. Первая отождествляется с подошвой насыпного грунта, ее поверхность в разрезах по профилям прослеживается на глубинах

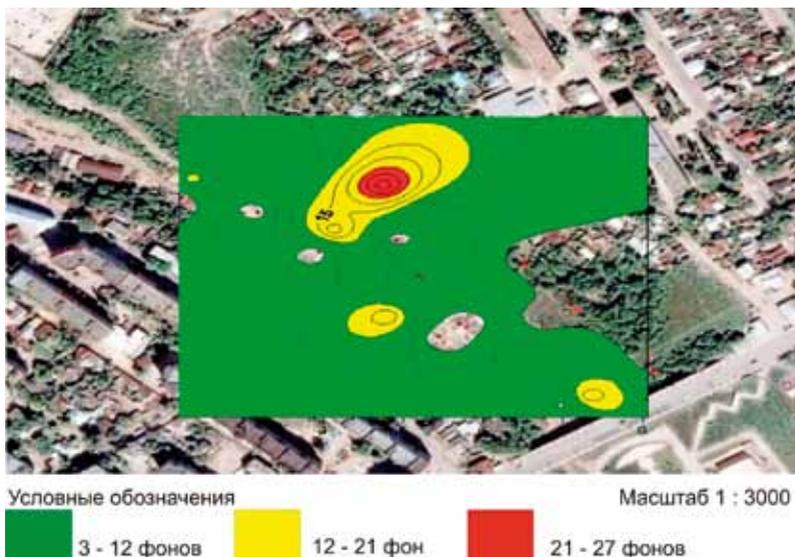
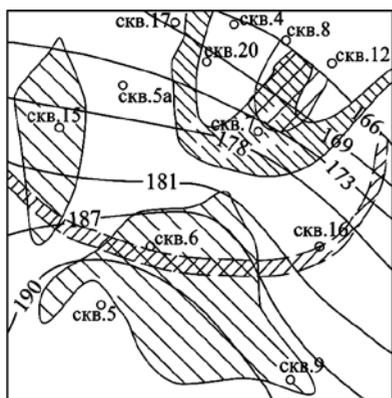


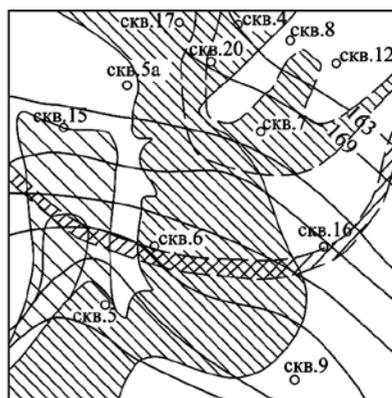
Рис. 3.2.26. Картосхема превышения фоновых концентраций соединений Рb в глубинном горизонте (глубина отбора 1 см) исследуемого участка. *Комментарий:* свинец на глубине 1 м обнаружен во всех пробах в концентрациях от 1,6 до 250 мг/кг при фоновом значении в 8,53 мг/кг. Большая часть (70%) проб содержит свинец в концентрациях выше порогового уровня в 3 фона (25 мг/кг). Порядка 70% площади исследуемого участка, на глубине 1 м, находится в пределах единого геохимического поля. Основная зона повышенного свинцового загрязнения зафиксирована в четырех крупных ядрах единой аномалии

от 0,5 до 4 м. Значения  $V_{эф}$  первого слоя оцениваются величинами от 150 до 250 м/с. Вторая по привязкам к данным бурения соответствует поверхности мягкопластичных глин. По профилям эта граница претерпевает разрывы в зонах горизонтальной скоростной неоднородности слоя, охарактеризованного в целом низкими значениями  $V_{эф} < 400$  м/с. Толщина слоя между первой и второй преломляющими границами изменяется от 2 до 8 м. Третья отражает поведение относительно низкого слоя ( $V_{эф} < 600$  м/с) с толщиной от 1 до 7 м. Глубины, на которых прослеживается эта граница, изменяются от 3 до 12 м на центральных и фланговых участках всех профилей. Четвертая охарактеризована резким градиентом  $V_{эф}$  и отождествляется с поверхностью уровня грунтовых вод, прослеживается на глубинах от 8 до 15 м. Значения эффективной скорости слоя, заключенного между третьей и четвертой преломляющими границами,  $V_{эф} < 1200$  м/с. Скоростные характеристики нижезалегающего слоя оцениваются значениями величин  $V_{эф} > 1200$  м/с.

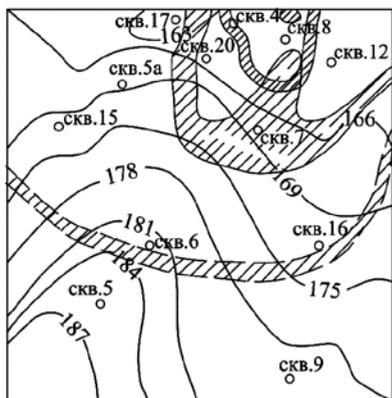




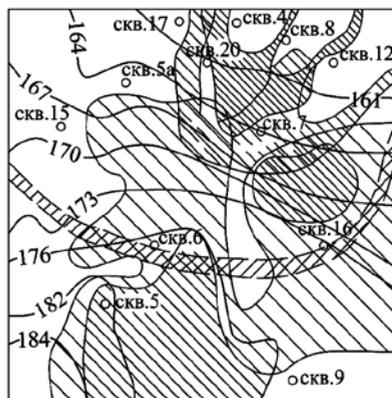
Первая преломляющая граница



Вторая преломляющая граница



Третья преломляющая граница



Четвертая преломляющая граница

СКВ. 7  
 1 ○ ; 2  ; 3  168 ; 4 

Рис. 3.3.29. Карты преломляющих границ по МПВ: 1 – скважины, 2 – трещины и провалы на дневной поверхности, 3 – изохроны кровли первой преломляющей границы на абс. отметках, 4 – зона разуплотнения грунтов по данным сейсморазведки МПВ (Смилевец и др., 2007, 2010)

После обработки и интерпретации результатов профильных электромагнитных зондирований МЗСБ построены геоэлектрические разрезы по профилям в параметре суммарной продольной электропроводности  $S(H)$  с последующим определением послойных значений кажущегося продольного электросопротивления (рис. 3.2.30). Значение

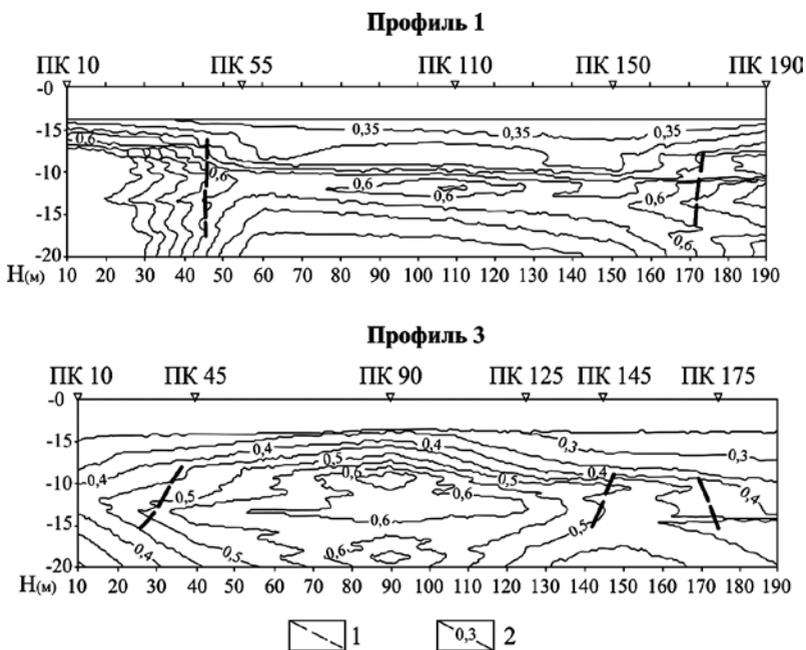


Рис. 3.3.30. Геоэлектрические разрезы  $S(H)$  по профилям МЗСБ: 1 – контактные зоны неоднородности разреза (ВЧР); 2 – изолинии суммарной продольной проводимости  $S(H)$  (Смилевец и др., 2007, 2010)

ния параметра  $S(H)$  для изученной толщи ВЧР до глубины 20 м изменяются в пределах от 0,6 до 0,8 см, что соответствует средним значениям продольного электросопротивления  $\rho_1 = 25-30$  Ом·м. В распределении параметра  $S(H)$  на геоэлектрических разрезах прослеживаются зоны резкого вертикального и горизонтального изменения градиента  $S(H)$ . По зонам увеличенных значений  $S(H)$  коррелируются основные геоэлектрические границы по глубине и по латерали. Зоны латеральной геоэлектрической неоднородности совпадают с зонами горизонтальной (латеральной) скоростной неоднородности разреза. Геоэлектрические слои, выделенные по градиентному признаку на разрезах  $S(H)$  с определением параметров  $\rho_1$ , в целом соответствуют скоростной модели ВЧР по данным МПВ.

Первый геоэлектрический слой мощностью 4-7 м (значения  $\rho_1 = 13-21$  Ом·м) соответствует толще насыпных и делювиальных отложений, его подошва – поверхности мягкопластичных глин.

Таблица 3.3.4

Физико-механическая характеристика грунтов в Смирновском ущелье  
(Смилевец и др., 2007, 2010)

Наименование параметров	<i>др IV</i> глина легкая пылеватая полутвердая	<i>др III-IV</i> глина легкая пылеватая полутвердая	<i>К<sub>2</sub> m<sub>1</sub></i> глина тяжелая пылеватая полутвердая	<i>К<sub>2</sub> m<sub>2</sub></i> мергель с прослоями мергелистых глин	<i>К<sub>2</sub> st-ktm</i> глина тяжелая с прослоями мергелей и опок (полутвердая)
Природная влажность	33,3%	36,3%	37,0%	27,6%	41,8%
Плотность грунта (удельный вес)	2,61 г/см <sup>3</sup>	2,60 г/см <sup>3</sup>	2,68 г/см <sup>3</sup>	2,68 г/см <sup>3</sup>	2,55 г/см <sup>3</sup>
Плотность грунта природной влажности (объемный вес)	1,62 г/см <sup>3</sup>	1,70 г/см <sup>3</sup>	1,78 г/см <sup>3</sup>	1,81 г/см <sup>3</sup>	1,61 г/см <sup>3</sup>
Плотность сухого грунта (объемный вес сухого грунта)	1,22 г/см <sup>3</sup>	1,25 г/см <sup>3</sup>	1,30 г/см <sup>3</sup>	1,42 г/см <sup>3</sup>	1,14 г/см <sup>3</sup>
Влажность на границе текучести	56,3%	58,9%	69,0%	48,5%	66,6%
Влажность на границе раскатывания	30,6%	34,6%	35,7%	27,8%	39,0%
Число пластичности	24,7%	24,3%	33,3%	20,7%	27,6%
Показатель консистенции	0,11 д. ед.	0,07 д. ед.	0,04 д. ед.	0 д. ед.	0,10 д. ед.
Пористость	53,5%	52,5%	51,5%	47,1%	55,6%
Коэффициент пористости	1,15 д. ед.	1,09 д. ед.	1,06 д. ед.	0,89 д. ед.	1,35 д. ед.
Степень влажности	0,76 д. ед.	0,87 д. ед.	0,84 д. ед.	0,83 д. ед.	0,85 д. ед.

Ниже в разрезе выделяется слой относительно повышенного сопротивления со значениями  $\rho_1 = 30-100$  Ом·м, которые обусловлены факторами разуплотнения и объемного водонасыщения. Мощность слоя составляет от 2 до 5 м. Глубина залегания подошвы слоя изменяется от 8 до 11 м.

Поверхность третьего геоэлектрического слоя отождествляется с уровнем грунтовых вод, для него характерны относительно низкие значения  $\rho_1$  от 10 до 30 Ом·м.

Разрез охарактеризован инверсионными ветвями результативных графиков  $S(H)$ .

Физико-механические свойства грунтов площадки инженерно-геологических изысканий приведены на табл. 3.3.4.

## Приложения

Характеристика разрезов по скважинам

*Описание скв. 1*

Расположение: площадка изысканий (г. Москва, ЗАО, 2-я Магистральная ул., д. 5а, ЭЭС «Международная»), северо-восточный сектор территории, вблизи насыпи железной дороги

Керн качественный, аккуратно уложен в керновые ящики, описан в сухом состоянии 20.04.2010 А.С. Алексеевым (МГУ). Абс. отметка устья около 135 м. Четвертичные отложения (песок, в нижней части с гравием) до глубины 25,8 м.

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*

*Хамовнический (ранее – кривякинский) горизонт*

*Неверовская (ранее – воскресенская) свита*

Инт. 25,8-29,1 м. Выход керна (в.к.) 4,1 м, см рис. П1.

1. Глина кирпично-красная, с прослоями зеленого алевролита толщиной обычно до 5 см.

Инт. 29,1-29,2 м. В.к. 0,1 м

2. Известняк зеленовато-серый, криноидный, глинистый, с брахиоподами рода *Admoskovia*.

Инт. 29,2-31,95 м. В.к. 2,75, см рис. П2.

3. Глина краснокирпичная с зеленоватыми пятнами оглеения.

Инт. 31,95-32,0 м. В.к. 0,05 м

4. Известняк зеленовато-серый, криноидный, с ходами, заполненными зеленоватой глиной.

Инт. 32,0-33,7 м. В.к. 1,7 м

5. Глина доломитовая, сиреневая с зеленоватыми и желтоватыми пятнами.

Инт. 33,7-34,7 м. В.к. 1,0 м

6. Глина кирпично-красная с зеленоватыми пятнами оглеения.

Инт. 34,7-35,0 м. В.к. 0,3 м

7. Известняк серый, органогенно-обломочный, среднезернистый, с ходами, заполненными зеленоватой глиной, с мелкими брахиоподами.

Инт. 35,0-35,2 м. В.к. 0,2 м



Рис. П1. Керн скважины 1 (г. Москва, ЗАО, 2-я Магистральная ул., 5а, ЕЭС «Международная»). Интервал 25,8-30,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П2. Керн скважины 1 (г. Москва, ЗАО, 2-я Магистральная ул., 5а, ЕЭС «Международная»). Интервал 30,0-40,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина

8. Мергель желтовато-зеленый с красноватыми пятнами.

Инт. 35,2-36,3 м. В.к. 0,8 м

9. Известняк светло-серый, тонкозернистый, с линзами и прослойками глинистого материала. В нижней части становится крупнозернистым (кern в виде щебня).

Инт. 36,3-36,8 м. В.к. 0,5 м

10. Известняк серый, грубозернистый, гравелитовый, сильнопористый, в подошве с уплотненной галькой известняка до 6 см в поперечнике (рис. ПЗ).

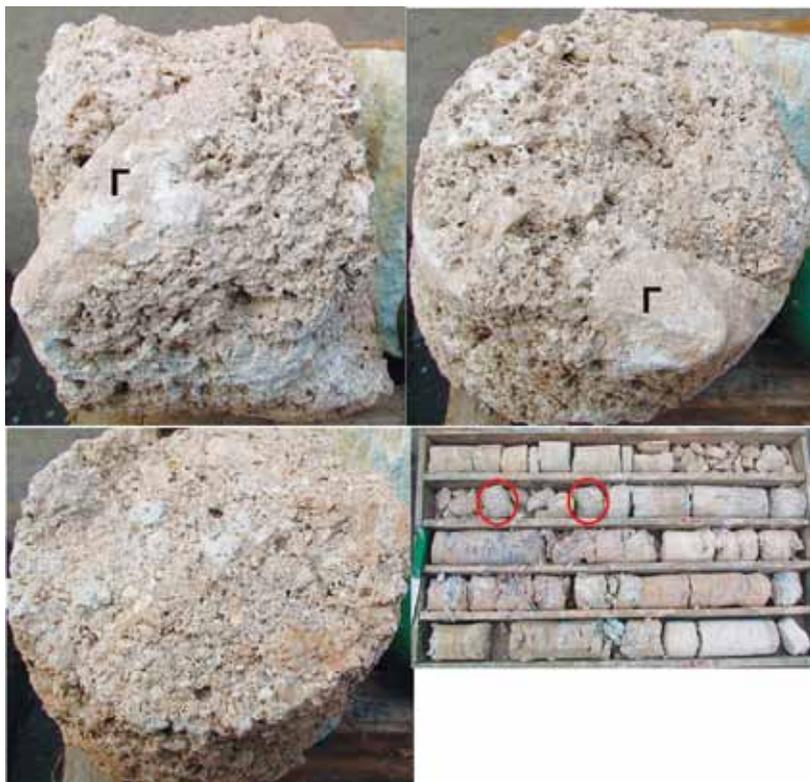


Рис. ПЗ. Базальный слой неверовской свиты. Известняк серый, грубозернистый, гравелитовый, сильно пористый, в подошве с уплотненной галькой известняка до 6 см в поперечнике. Вверху и снизу слева – вид фрагмента керна с трех сторон. Буквой «Г» обозначено включение гальки. Внизу справа – положение в ящике. Видно, что kern переложено: куски одного пласта разобщены. Фото Р.Р. Габдуллина

### *Кревякинский горизонт*

#### *Воскресенская (ранее – суворовская свита)*

Инт. 36,8-37,0 м. В.к. 0,2 м

11. Мергель зеленовато-серый и розоватый, сверху переходит в глинистый известняк.

Инт. 37,0-37,1 м. В.к. 0,1 м

12. Известняк зеленовато-серый, среднезернистый, слабо глинистый.

Инт. 37,1-37,2 м. В.к. 0,1 м

13. Мергель розовато-серый и зеленовато-серый.

Инт. 37,2-37,3 м. В.к. 0,1 м

14. Известняк зеленовато-серый, глинистый, крупнозернистый, криноидный с крупными брахиоподами (ортотетиды и продуктиды).

Инт. 37,3-37,85 м. В.к. 0,55 м

15. Глина фиолетовая и сиреневая.

Инт. 37,85-38,1 м. В.к. 0,25 м

16. Известняк зеленовато-серый, тонкозернистый, с обильными следами жизнедеятельности *Zoophycos* и обильными зелеными глинистыми призмами.

Инт. 38,1-38,6 м. В.к. 0,5 м

17. Глина сиренево-красная, прослоями доломитизированная.

Инт. 38,6-38,65 м. В.к. 0,05 м

18. Известняк зеленовато-серый, органогенно-обломочный, криноидный, слабо глинистый.

Инт. 38,65-40,0 м. В.к. 1,2 м

19. Глина фиолетово-красная и кирпично-красная, с зеленоватыми пятнами оглеения, в нижней половине приобретает табачную окраску.

Инт. 40,0-40,3 м. В.к. 0,3 м

20. Известняк светло-серый со слабым зеленоватым оттенком, в подошве содержит известняковую гальку (до 4 см) и гравий.

#### *Суворовская (ранее – суворовская свита)*

Инт. 40,3-40,4 м. В.к. 0,1 м

21. Мергель зеленовато-серый с желтоватыми пятнами, переходит в известняк.

Инт. 40,4-40,45 м. В.к. 0,05 м

22. Известняк серый, конгломератовидный, с гравием почти черного известняка. (Откуда этот фрагмент, непонятно, возможно, из сл. 20).

Инт. 40,45-41,0 м. В.к. 0,45 м (рис. П4)

23. Глина розовато-коричневая с зеленоватыми пятнами оглеения, керн сильно разрушен.

Инт. 41,0-41,7 м. В.к. 0,65 м

24. Известняк зеленовато-серый, слабо глинистый, вверху тонкозернистый (мадстоун), внизу размер зерна становится крупнее и появляется обильный глауконит.

Инт. 41,7-42,2 м. В.к. 0,4 м

25. Глина сиренево-красная, линзовидными участками доломитизирована, с зелеными пятнами оглеения, керн сильно нарушен.

Инт. 42,2-42,5 м. В.к. 0,3 м

26. Доломит глинистый фиолетово-серый, внизу становится зеленоватым. Подстиляется глиной зеленовато-серой с черноватыми линзочками, растертой при бурении (2 см).

*Средний отдел*

*Московский ярус*

*Мячковский горизонт*

*Песковская свита*

*Верхняя пачка*

Инт. 42,5-43,7 м. В.к. 0,9 м

27. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный, мелкозернистый, в кровле с раковинами брахиопод *Choristites sowerbyi* Fischer. Керн извлекается столбиками до 35 см.

Инт. 43,7-43,8 м. В.к. 0,03 м

28. Известняк мергелистый, сиренево-серый.

*Средняя пачка*

Инт. 43,8-47,0 м. В.к. 2,6 м (рис. П5)

29. Известняк светло-серый, почти белый, мелкозернистый, мелоподобный.

Инт. 47,0-47,1 м. В.к. 0,05 м

30. Мергель зеленовато-серый с крупными раздавленными раковинами брахиопод рода *Choristites*. (В ящике уложен выше «гороха», но это не соответствует реальному разрезу).

*Нижняя пачка*

Инт. 47,1-47,6 м. В.к. 0,3 м

31. Известняк серый, грубозернистый, органогенно-обломочный, с интракластами – «горох».



Рис. П4. Керн скважины 1 (г. Москва, ЗАО, 2-я Магистральная ул., 5а, ЕЭС «Международная»). Интервал 40,5-45,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П5. Керн скважины 1 (г. Москва, ЗАО, 2-я Магистральная ул., 5а, ЕЭС «Международная»). Интервал 45,5-50,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П6. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 9,30-31,8 м. Фото Р.Р. Габдуллина

Инт. 47,6-48,3 м. В.к. 0,4 м

32. Известняк светло-серый, слегка розовато-желтоватый, тонкозернистый

*Домодедовская свита*

Инт. 48,3-48,8 м. В.к. 0,5 м

33. Доломит светло-серый, тонкозернистый, на отдельных уровнях с тонкими (менее 1 см) субвертикальными каналами растворения.

Инт. 48,8-49,3 м. В.к. 0,4 м

34. Доломит светло-серый, участками темно-серый. Выход керна одним столбиком.

Инт. 49,3-50,0 м. В.к. 0,5 м

35. Известняк светло-серый с кремовым оттенком, слабо доломитизированный.

## **Описание скв. 2**

Расположение: прямоугольная площадка изысканий без застройки (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9), примыкающая к железной дороге в 20 метрах к северу от скв. 4

Керн качественный, аккуратно уложен в керновые ящики, описан в сухом состоянии 20.04.2010 А.С. Алексеевым (МГУ). Абс. отметка устья около 147,1 м, относительно скв. 4 – 147,1 м. Четвертичные отложения (аллювиальные пески) распространены до глубины 31,8 м (рис. П6).

### *Юрская система*

#### *Средний и верхний отделы*

##### *Келловейский и оксфордский ярусы нерасчлененные*

###### *Подосинковская свита*

Инт. 31,8-32,1 м. Выход керна (в.к.) 0,3 м (рис. П7).

1. Глина темно-серая, с мелким раковинным детритом.

###### *Средний отдел*

###### *Келловейский ярус*

###### *Средний подъярус*

###### *Великодворская свита*

Инт. 32,1-38,0 м. В.к. 5,5 м (рис. П8).

2. Глина зеленовато-серая, с большим количеством железистых оолитов, на глубине 35,2–35,3 м наблюдается прослой оолитового мергеля.

###### *Батский ярус*

###### *Москворецкая толща*

Инт. 38,0-42,0 м. В.к. 2,3 м.

3. Песок черный и буровато-серый, прослоями глинистый, с большим количеством фрагментов обугленной древесины, в подошве без гальки.

###### *Байосский ярус*

###### *Кудиновская толща*

Инт. 41,8-44,0 м. В.к. 2,0 м (рис. П9).

4. Глина голубовато-зеленая до глубины 43,4 м, ниже постепенно приобретает коричневатый оттенок. Отмечены редкие черные и темно-коричневые легко разрушающиеся фрагменты растительных тканей. В нижней части присутствуют прослойки, обогащенные криноидным детритом, имеются прослойки серого алеврита.



Рис. П7. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 31,8-36,8 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П8. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 36,8-42,6 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П9. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 42,6-47,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П10. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 47,5-53,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина

Инт. 44,0-46,0 м. В.к. 1,7 м

5. Известняк светло-серый, слегка зеленоватый, вверху двумя длинными столбиками керна (суммарно 0,7 м). В этом известняке отмечены тонкие глинистые прослойки. Ниже примерно 0,3 м наблюдается тонкоплитчатый органогенно-обломочный криноидный известняк со следами *Zoophycos*. Залегание горизонтальное.

Инт.46,0-47,0 м. В.к. 1,0 м

6. Известняк зеленовато-серый, глинистый, тонкослоистый (0,6 м), внизу между плитками появляются неравномерные прослойки голубовато-зеленой глины, у одного из фрагментов известняка отмечен небольшой наклон.

Инт. 47,0-47,7 м. В.к. 0,8 м (рис. П10).

7. Глина красноватая (0,2 м) (в нижней части – зеленовато-бурая), «мусорного» облика, с мелкими беловатыми и красноватыми зернами, алевритовая (?).

Инт. 47,7-48,1 м. В.к. 0,4 м

8. Известняк зеленовато-серый, в виде тонких плиток, обмазанных глиной. Залегание горизонтальное.

Инт. 48,1-50,5 м. В.к. 1,4 м

9. Глина светло-зеленая и голубоватая (переходит в розовато-бурую, пеструю), с мелкими (1-2 см) обломками известняка. На глубине примерно 49,0 м наблюдается раздробленный фрагмент светло-серого известняка размером 5-6 см.

*Кора выветривания или материал карстовой природы  
по суворовской свите кривякинского горизонта касимовского яруса*

Инт. 50,5–51,1 м. В.к. 0,6 м

10. Известняк светло серый, в верхней части (0,2 м) зернистый и очень сильно растворенный, в нижней – в виде тонких (1-2 см) плиток, расслоенных зеленоватой глиной. Порода сильно изменена растворением.

Инт. 51,1–51,6 м. В.к. 0,6 м

11. Глина светло-зеленая с большим количеством мелкого (до 2-3 см) щебня известняка, похожего на «шаршу» (МГ).

Инт. 51,6-51,8 м. В.к. 0,2 м

12. Глина вишнево-красная, прочная, вниз переходит в зеленоватую.

Инт. 51,8-52,0 м. В.к. 0,2 м

13. Известняк светло-серый, слегка зеленоватый, мелкозернистый, с линзочками зеленой глины.

Инт. 51,0-52,2 м. В.к. 0,2 м

14. Известняк светло-серый, слегка зеленоватый, мелкозернистый, с прослоями красной глины.

*Каменноугольная система*

*Средний отдел*

*Московский ярус*

*Мячковский горизонт*

*Песковская свита*

Инт. 52,2-53,3 м. В.к. 0,9 м (рис. П11).

15. Доломит светло-серый, тонкозернистый.

Инт. 53,3-53,9 м. В.к. 0,4 м

16. Глина светло-зеленая с зернами и обломками известняка. Заполнитель карстовой полости.

Инт. 53,9-56,2 м. В.к. 2,0 м

17. Известняк светло-серый, с кремовым оттенком, органогенно-обломочный, среднезернистый.

Инт. 56,2-56,3 м. В.к. 0,1 м

18. Округленные обломки известняка в серовато-черном глинистом заполнителе.

Инт. 56,3-56,4 м. В.к. 0,1 м

19. Известняк светло-серый.

Инт. 56,4-56,55 м. В.к. 0,15 м

20. Глина зеленая с известняковым материалом, в подошве – прослойка (1 см) черного (возможно, углистого) материала.

*Домодедовская свита*

Инт. 56,55-56,8 м. В.к. 0,25 м

21. Известняк темно-серый, сильно переработан карстованием.

Инт. 56,8-57,9 м. В.к. 1,1 м

22. Известняк светло-серый, слегка розоватый, мелкозернистый. Керн хорошей сохранности.

Инт. 57,9-58,3 м. В.к. 0,4 м

23. Глина зеленая, сероватая, с лоскутами светло-серого слегка розоватого рыхлого карбонатного материала (карстовая мука).

Инт. 58,3-59,3 м. В.к. 0,6 м (рис. П12)

24. Щебень известняка в серой глинистой рубашке (дно карстовой полости).



Рис. П11. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 53,0-58,9 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П12. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 58,9-70,7 м. Фото Р.Р. Габдуллина

Инт. 59,3-60,3 м. В.к. 1,0 м

25. Известняк светло-серый, слегка розоватый, органогенно-обломочный, в нижней части интервала в виде щебня.

Инт. 60,3-60,6 м. В.к. 0,3 м

26. Доломит светло-серый, в нижней части переходит в зеленоватый глинистый известняк, в подошве присутствует 1 см рыхлого коричневого материала.

Инт. 60,6-66,0 м. В.к. 1,7 м

27. Из-за крайне низкого выхода керна слои выделить невозможно. В керне представлены: (а) доломит серый, слегка зеленоватый, с окремненными прослойками – 0,7 м; (б) известняк светло-серый, слегка кремовый, органогенно-обломочный – 0,5 м; (в) мука доломитовая (порода растерта при бурении) – 0,5 м.

#### *Коробчевская свита*

Инт. 66,0-69,5 м. В.к. 1,3 м

28. Щебень известняка и серого доломита в черной глинистой рубашке.

Инт. 69,5-70,3 м. В.к. 0,7 м

29. Известняк светло-серый, кремовый, мелкозернистый (кern в виде щебня). В подошве щебень перемешан с черной глиной и содержит включения голубовато-зеленой среднеюрской глины.

Инт. 70,3-74,2 м. В.к. 1,8 м (рис. П13)

30. Доломит темно-серый, с большим количеством пустот по мелким биокластам. Порода сильно изменена растворением.

#### *Подольский горизонт*

##### *Щуровская свита*

Инт. 74,2-75,0 м. В.к. 0,4 м

31. Известняк светло-серый, слабо доломитизированный, с кавернами выщелачивания.

Инт. 75,0-76,3 м. В.к. 1,1 м

32. Доломит голубовато-зеленоватый, внизу переходит в светло-серый известняк. На глубине 75,5 м отмечен тонкий (5 см) прослой темно-зеленой глины с редким криноидным материалом.

Инт. 76,3-76,5 м. В.к. 0,2 м

33. Щебень известняка.

Инт. 76,5-77,0 м. В.к. 0,4 м



Рис. П13. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 70,7-78,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П14. Керн скважины 2 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 78,5-81,3 м. Фото Р.Р. Габдуллина

34. Песок темно-серый с мелкими карбонатными зернами, глинистый. Заполнитель карстовой полости (?).

Инт. 77,0-77,2 м. В.к. 0,2 м.

35. Доломит голубовато-зеленый, глинистый.

Инт. 77,2-78,1 м. В.к. 0,7 м

36. Щебень различного известняка.

Инт. 78,1-81,3 м. В.к. 1,2 м (рис. П14).

37. Известняк светло-серый, мелко-среднезернистый, органогенно-обломочный. Керн хорошей сохранности.

*Примечание.* Из-за низкого выхода керна в интервале московского яруса (всего 17,0 м из 29,1 м, т.е. 58%), сильной закарстованности и измененности пород, расчленение на свиты произведено условно по аналогии с рядом расположенной скв. 4. Инт. 44,0-47,0 представляет собой смещенный блок известняков ратмировской свиты.

### *Описание скв. 3*

Расположение: на прямоугольной площадке изысканий без застройки (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9), примыкающей к железной дороге и несколько смещенной у стены здания к северу от его центра

Скважина пробурена с частичной промывкой. Керн качественный, аккуратно уложен в керновые ящики. Описан во влажном состоянии 17.10.08 А.С. Алексеевым (МГУ). Абс. отметка устья около 147,0 м.

*Юрская система*

*Средний отдел*

*Келловейский ярус*

*Средний подъярус*

*Великодворская свита*

Инт. 34,5-36,6 м. В.к. 2,6 м (рис. П15).

1. Глина темно-серая со слабым зеленоватым оттенком, с большим количеством железистых оолитов, в нижней части (4 м) содержит гальку бурого известняка.

*Батский ярус*

*Москворецкая толща*

Инт. 36,6-37,1 м. В.к. 0,8 м

2. Песок серый, средне-мелкозернистый, в средней части наблюдается галька окремнелого известняка (размером около 7 см).

Инт. 37,1-39,1 м. В.к. 2,0 м

3. Песок буровато-черный, средне-мелкозернистый, с обильными остатками древесины (до 10 см). В 0,5 м от подошвы встречено стяжение тонкозернистого пирита. В подошве (0,1-0,15 м) песок содержит гальку кварца (до 2-3 см в поперечнике).

*Байосский ярус*

*Кудиновская толща*

Инт. 39,1-41,0 м. В.к. 1,7 м (рис. П16).

4. Глина голубовато-зеленая, вязкая. На глубине 40,1, 40,25 и 40,9 м наблюдаются линзы концентрации мелких члеников стеблей криноидей, а на глубине 40,6 м – горизонтально залегающая плитка светло-серого известняка толщиной 2,5 см.

Инт. 41,0-41,9 м. В.к. 0,9 м



Рис. П15. Керн скважины 3 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 34,5-39,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П16. Керн скважины 3 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 39,6-44,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина

5. Глина кирпично-красная, прослоями сиреневая. В инт. 41,5-41,6 м наблюдается прослой светло-серого криноидного известняка, а в подошве – прослой (0,1 м) зеленовато-серого мелкозернистого известняка со следами *Zoophycos*. Смещенный фрагмент каменноугольных глин.

Инт. 41,9-43,5 м. В.к. 1,5 м

6. Глина пятнистая, голубовато-зеленая, с коричневатыми пятнами, с тонкими прослойками светлого алевролита. На глубине 43,0 м наблюдается тонкая (0,5 см) прослойка из раздавленных и растворенных (ставших мучнистыми) раковин брахиопод и скелетов мшанок. По своей структуре глина типична для кудиновской толщи.

Инт. 43,5-44,4 м. В.к. 0,9 м (рис. П17).

7. Известняк светло-серый, прослоями желтоватый. В кровле (0,1 м) порода брекчирована и пятнисто сцементирована, с пустотами, окрашена в коричневатый-черный цвет – следы карстового растворения. Ниже известняк участками криноидный. Керн извлекается столбиками до 30-40 см. В подошве слоя присутствует мелкий гравий зеленой глины (верхняя пачка ратмировской свиты).

Инт. 44,4-45,0 м. В.к. 0,4 м

8. Щебень светло-серого тонкозернистого известняка с примесью зеленоватой глины.

Инт. 45,0-46,0 м. В.к. 1,0 м

9. Известняк светло-серый и зеленовато-серый, мелко-среднезернистый, прослоями органогенно-обломочный, с примазками зеленой глины.

Инт. 46,0-47,2 м. В.к. 1,2 м

10. Глина сверху красная с зеленоватыми пятнами, в инт. 46,7-47,0 м – светло-зеленая с криноидным материалом, перемятая.

#### *Кора выветривания или материал карстовой природы*

Инт. 47,2-47,4 м. В.к. 0,2 м

11. Известняк зеленовато-серый с примазками зеленой глины.

Инт. 47,4-49,0 м. В.к. 1,0 м

12. Глина пестроцветная (зеленоватая, бурая, красноватая и фиолетовая), брекчированная, с мелкими обломками и тонкими (менее 1 см) прослойками (?) раздробленного известняка.

Инт. 49,0-49,1 м. В.к. 0,1 м

13. Известняк розовато-серый, среднезернистый, мелкопористый.

Инт. 49,1-49,4 м. В.к. 0,3 м



Рис. П17. Керн скважины з (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 44,0-49,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П18. Керн скважины з (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 49,5-55,2 м. Фото Р.Р. Габдуллина

14. Глина пестрая, с мелкими обломками известняка, аналогична глине слоя 12.

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*

*Кревякинский горизонт*

*Суворовская свита*

Инт. 49,4-49,8 м. В.к. 0,4 м (рис. П18).

15. Известняк светло-серый и зеленовато-серый, криноидный, органогенно-обломочный.

Инт. 49,8-50,15 м. В.к. 0,35 м

16. Доломит глинистый пестроцветный (преимущественно фиолетовый), с крупными (до 5 см) кавернами выщелачивания.

Инт. 50,15-50,25 м. В.к. 0,1 м

17. Глина вишнево-красная с зеленоватыми пятнами.

Инт. 50,25-50,7 м. В.к. 0,45 м

18. Известняк зеленовато-серый, слабо глинистый, органогенно-обломочный, тонкослоистый.

Инт. 50,7-51,7 м. В.к. 0,8 м

19. Доломит розовато-серый глинистый.

*Средний отдел*

*Московский ярус*

*Мячковский горизонт*

*Песковская свита*

Инт. 51,7-52,7 м. В.к. 0,6 м

20. Известняк доломитизированный, неравномерно перекристаллизованный, с частыми пустотами выщелачивания.

Инт. 52,7-53,0 м. В.к. 0,3 м

21. Глина голубовато-зеленая с крупной (до 7 см в поперечнике) галькой неправильной формы тонкозернистого известняка.

Инт. 53,0-55,2 м. В.к. 2,0 м

22. Известняк розовато-серый (бежевый), мелкозернистый, без крупных биокластов, очень вязкий, колется обычно вертикально.

Инт. 55,2-55,7 м. В.к. 0,3 м (рис. П19).

23. Известняк светло-серый, крупнозернистый, органогенно-обломочный, с большим количеством пустот. Содержит иглы морских ежей,



Рис. П19. Керн скважины 3 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 55,2-60,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина

остатки криноидей, брахиоподы *Choristites sowerbyi* Fischer, одиночные ругозы *Bothrophyllum*. Порода неравномерно перекристаллизована. «Горох» (МГ).

Инт. 55,7-55,8 м. В.к. 0,05 м

24. Глина светло-зеленая, тонкослоистая, с криноидным материалом.

Инт. 55,8-56,7 м. В.к. 0,6 м

25. Известняк розовато-серый, средне-мелкозернистый, с редкими зелеными глинистыми примазками.

Инт. 56,7-56,8 м. В.к. 0,1 м

26. Известняк светло-серый, иногда розоватый, тонкозернистый, в подошве встречен прослой слабо глинистого криноидного известняка с галькой (2,5 см) розоватого мадстоуна.

#### *Домодедовская свита*

Инт. 56,8-57,9 м. В.к. 0,9 м

27. Известняк светло-серый, иногда розоватый, тонкозернистый.

Инт. 57,9-59,9 м. В.к. 1,5 м

28. Известняк розовато-серый, бежевый, тонко-мелкозернистый, вязкий, с редкими ядрами гастропод.

Инт. 59,9-60,0 м. В.к. 0,1 м

29. Глина бордово-красная и зеленоватая, со скоплениями игл морских ежей и мелкой (до 5 см) уплощенной галькой известняка.

#### *Описание скв. 4*

Расположение: прямоугольная площадка изысканий без застройки (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9), примыкающая к железной дороге, примерно в центре площадки

Керн качественный, аккуратно уложен в керновые ящики. Скважина пробурена с частичной промывкой. Описана 24.10.08 А.С. Алексеевым (МГУ). Абс. отметка устья около 147,1 м, относительно скв. 3 – 147,3 м (поскольку в центре площадки выделяется сравнительно недавняя техногенная насыпь). По данным с космического снимка Google – высота 480 футов (146,3 м). Четвертичные отложения (аллювиальные пески) до глубины 32,4 м (рис. П20).

#### *Юрская система*

#### *Средний и верхний отделы*

#### *Келловейский и оксфордский ярусы нерасчлененные*

#### *Подосинковская свита*

Инт. 32,4-33,0 м. В.к. 0,6 м (рис. П21).

1. Глина темно-серая, с мелким раковинным детритом.

#### *Средний отдел*

#### *Келловейский ярус*

#### *Средний подъярус*

#### *Великодворская свита*

Инт. 33,0-38,2 м. В.к. (рис. П22).

2. Глина зеленовато-серая, с большим количеством железистых оолитов. На глубине 35,4-35,6 м наблюдается прослой оолитового мергеля.

#### *Батский ярус*

#### *Москворецкая толща*

Инт. 38,2-41,8 м. В.к. (рис. П23).

3. Песок черный и буровато-серый, прослоями глинистый, в подошве (0,3-0,4 м) с галькой (до 4-5 см в поперечнике) известняка и молочно-белого кварца.

#### *Байосский ярус*

#### *Кудиновская толща*

Инт. 41,8-46,4 м. В.к. 4,7 м (рис. П24).

4. Глина голубовато-зеленая с тонкими прослоями серого алеврита. По всему слою рассеяны мелкие (1-5 мм, редко больше) черные и темно-



Рис. П20. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 8.2-14,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П21. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 14,5-32,4 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П22. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 32,4-41,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П23. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 41,0-46,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина

коричневые легко разрушающиеся фрагменты растительных тканей. В нижних 0,3 м появляются включения рыхловатых обломков (до 1 см) известняка. На отдельных уровнях заметна слоистость, приобретающая иногда наклон до 20 градусов.

*Кора выветривания или материал карстовой природы*

Инт. 46,4-47,5 м. В.к. 1,2 м

5. Глина в верхней части (0,3 м) кирпично-красная, ниже становится зеленовато-серой и буровой, пятнистой, содержит обильные мелкие (2-3 см) обломки известняка. Часть обломков несет следы растворения. В нижней части слоя глина содержит много криноидного детрита.

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*

*Кревякинский горизонт*

*Ранее – суворовская (ныне – воскресенская) свита*

Инт. 47,5-48,0 м. В.к. 0,5 м

6. Известняк зеленовато-серый, мелко-среднезернистый, глинистый, тонкослоистый, залегает горизонтально. **Срединный известняк (МГ).**

Инт. 48,0-49,3 м. В.к. 1,6 м

7. Глина сиренево-желтая с прослойками мергеля, сильно нарушена, как бы брекчирована.

*(«Настоящая» суворовская свита)*

Инт. 49,3-49,7 м. В.к. 0,4 м

8. Известняк желтовато-серый, сильно пористый, с большим количеством ядер гастропод и двустворок, неравномерно перекристаллизован. **«Шарша» (МГ).**

Инт. 49,7-50,3 м. В.к. 0,6 м

9. Глина вишнево-красная с большим количеством обломков (до 1,5 см) известняка (0,25 м), ниже зеленовато-серая, содержит небольшие плоские обломки серой рыхлой породы и обломки известняка. **«Гарнаша» (МГ).**

Инт. 50,3-50,4 м. В.к. 0,1 м

10. Известняк зеленовато-серый, глинистый, среднезернистый, с раковинами брахиоподами и ядрами моллюсков.

Инт. 50,4-50,6 м. В.к. 0,2 м (рис. П25).

11. Глина розовато-желтая и зеленовато-серая с прослойками (толщиной до 2 см) известняка. Обр. ЗОР-4/2.



Рис. П24. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 46,0-50,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П25. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 50,5-57,2 м. Фото Р.Р. Габдуллина

Инт. 50,6-51,2 м. В.к. 0,5 м

12. Известняк зеленовато-серый, глинистый, тонкослоистый, вниз переходит в фиолетово-зеленую глину.

Инт. 51,2-51,9 м. В.к. 0,6 м

13. Известняк светло-серый с тонкими зеленоватыми глинистыми прослойками. **«Верхозем» (МГ).**

Инт. 51,9-52,0 м. В.к. 0,1 м

14. Глина светло-зеленая с красными пятнами и обломками известняка до 7 см в поперечнике.

*Средний отдел*

*Московский ярус*

*Мячковский горизонт*

*Песковская свита*

*Верхняя пачка*

Инт. 52,0-53,0 м. В.к. 0,6 м

15. Доломит светло-серый, тонкозернистый. Керн извлечен в виде щебня.

*Средняя пачка*

Инт. 53,0-56,0 м. В.к. 2,4 м

16. Известняк розовато-серый, мелкозернистый, органогенно-обломочный.

Инт. 56,0-56,4 м. В.к. 0,2 м (в скв. 3 – 55,2-55,7 м, т.е. разница с учетом абсолютных отметок в пределах ошибки).

17. Известняк светло-серый, крупнозернистый, органогенно-обломочный. **«Горох» (МГ).**

Инт. 56,4-56,6 м. В.к. 0,1 м

18. Глина серовато-зеленая с иглами морских ежей и раковинами брахиопод.

*Нижняя пачка*

Инт. 56,6-57,3 м. В.к. 0,6 м (рис. П26).

19. Доломит светло-серый.

Инт. 57,3-57,6 м. В.к. 0,3 м

20. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный, в подошве с прослойкой (толщиной 2-3 см) голубовато-серой глины, которая покрывает неровную поверхность подстилающего слоя.

### *Домодедовская свита*

#### *Верхняя пачка*

Инт. 57,6-57,8 м. В.к. 0,2 м

21. Доломит светло-серый, тонкозернистый.

Инт. 57,8-61,0 м. В.к. 2,3 м

22. Известняк светло-серый, слегка розоватый, мелкозернистый, с частыми кавернами выщелачивания. В подошве наблюдается прослойка (до 2 см) зеленовато-коричневой глины с иглами морских ежей. Вероятно соответствует инт. 59,9-60,0 м в скв. 3.

Инт. 61,0-62,2 м. В.к. 1,2 м

23. Доломит зеленовато-серый и розоватый, тонкозернистый, слабо глинистый, в подошве с кавернами выщелачивания.

Инт. 62,2-63,2 м. В.к. 1,0 м

24. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный, вверху с большим количеством черных раковин брахиопод рода *Choristites*.

Инт. 63,2-63,25 м. В.к. 0,05 м

25. Глина темно-серая с зеленоватым оттенком, тонкослоистая, с криноидным детритом.

#### *Нижняя пачка*

Инт. 63,25-64,2 м. В.к. 0,95 м (рис. П27).

26. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный.

Инт. 64,2-64,7 м. В.к. 0,1 м

27. Песок светло-серый с черными глинистыми примазками, тонкозернистый, пылеватый – («мука»?).

Инт. 64,7-65,2 м. В.к. 0,25 м

28. Щебень известняка мелкий (до 3 см в поперечнике), находящийся в рыхлом заполнителе. В подошве слоя наблюдается прослой (толщиной около 2 см) черной и коричневой глины, перекрывающей неровную растворенную поверхность подстилающего слоя.

Слои 27 и 28 скорее всего представляют собой заполнение карстовой полости.

Инт. 65,2-66,7 м. В.к. 1,4 м

29. Доломит светло-серый, тонкозернистый.

Инт. 66,7-67,0 м. В.к. 0,05 м

30. Глина желтовато-серая с зеленоватым оттенком.

#### *Коробчеевская свита*

Инт. 67,0-68,5 м. В.к. 0,3 м



Рис. П26. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 57,2-63,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П27. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 63,5-71,7 м. Фото Р.Р. Габдуллина

31. Доломит светло-серый, тонкозернистый, в нижней части растрерт в «муку».

Инт. 68,5-69,5 м. В.к. 0,6 м

32. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный, средне-крупнозернистый, в нижней части наблюдаются с зеленые глинистые прослойки.

Инт. 69,5-70,5 м. В.к. 0,6 м

33. Доломит светло-серый и слегка зеленоватый, слабо глинистый.

Инт. 70,5-71,0 м. В.к. 0,3 м

34. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный.

Инт. 71,0-72,7 м. В.к. 1,5 м (рис. П28).

35. Доломит светло-серый и серый, с пустотами по биокластам, внизу керн в виде щебня.

Инт. 72,7-73,0 м. В.к. 0,1 м

36. Мука доломитовая коричневатая-серая и зеленоватая, с черной прослойкой.

### *Подольский горизонт*

#### *Щуровская свита*

Инт. 73,0-74,5 м. В.к. 1,3 м

37. Доломит желтовато-серый, сверху рыхлый и тонкослоистый, ниже массивный.

Инт. 74,5-74,8 м. В.к. 0,1 м

38. Мука доломитовая желтовато-серая, в нижней части переходящая в зеленоватую-коричневую глину.

Инт. 74,8-75,7 м. В.к. 0,7 м

39. Доломит серый с голубоватыми полосами окремнения.

Инт. 75,7-76,0 м. В.к. 0,2 м

40. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный.

Инт. 76,0-77,7 м. В.к. 1,1 м

41. Доломит зеленоватый-серый, глинистый.

Инт. 77,7-78,1 м. В.к. 0,4 м

42. Известняк светло-серый, органогенно-обломочный.

Инт. 78,1-79,1 м. В.к. 1,0 м (рис. П29).

43. Мергель доломитовый зеленоватый-серый, тонкозернистый, с тонкими (1-2 см) прослойками органогенно-обломочного известняка. В скв. 10 «Москва-Сити» – инт. 62,0-63,9 м.

Инт. 79,1-79,7 м. В.к. 0,6 м



Рис. П28. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 71,6-78,5 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П29. Керн скважины 4 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 78,5-80,7 м. Фото Р.Р. Габдуллина

44. Известняк светло-серый с розоватым оттенком, мелкозернистый.  
Инт. 79,7-79,8 м. В.к. 0,1 м
45. Глина светло-зеленая, тонкослоистая, с мелким детритом.  
Инт. 79,8-80,6 м. В.к. 0,8 м
46. Известняк светло-серый с розоватым оттенком, мелкозернистый.  
Инт. 80,6-80,7 м. В.к. 0,1 м
47. Глина и мергель зеленовато-серые с прослоями светло-серого, слегка розоватого известняка.  
Инт. 80,7-81,5 м. В.к. 0,6 м
48. Известняк светло-серый, мелкозернистый, с розоватым оттенком, содержит черные раковины брахиопод *Choristites*.  
Инт. 81,5-81,9 м. В.к. 0,3 м
49. Глина зеленовато-серая, рыхлая, с доломитовой «мукой».  
Инт. 81,9-82,2 м. В.к. 0,1 м
50. Известняк светло-серый, мелкозернистый.  
Инт. 82,2-82,7 м. В.к. 0,3 м
51. «Мука» доломитовая с зеленой глиной, внизу содержит гравий и гальку желтоватого известняка.  
Инт. 82,7-83,4 м. В.к. 0,6 м
52. Доломит светло-серый, в кровле сильно растворенный, с большим количеством пустот. Палеопочва.  
Инт. 83,4-83,5 м. В.к. 0,05 м
53. Глина светло-зеленая.  
Инт. 83,5-83,9 м. В.к. 0,3 м
54. Известняк светло-серый и желтоватый, грубозернистый, органогенно-обломочный.  
Инт. 83,9-85,0 м. В.к. 0,85 м
55. Доломит зеленовато-серый, глинистый. В нижней части (0,3 м) переходит в зеленоватую доломитовую муку.

### *Описание скв. 6*

Расположенной на прямоугольной площадке изысканий без застройки (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9), примыкающей к железной дороге, на южной части площадки в 24 м от скв. 4.

Керн качественный, аккуратно уложен в керновый ящик, описан в сухом состоянии А.С. Алексеевым (МГУ). Абс. отметка устья около 147,3 м. Четвертичные отложения (аллювиальные пески) до глубины 33,4 м.

#### *Юрская система*

##### *Средний и верхний отделы*

##### *Келловейский и оксфордский ярусы нерасчлененные*

##### *Подосинковская свита*

Инт. 33,4-34,4 м. В.к. 1,0 м (рис. П30).

1. Глина темно-серая с рассеянными железистыми оолитами.

##### *Средний отдел*

##### *Келловейский ярус*

##### *Средний подъярус*

##### *Великодворская свита*

Инт. 34,4-39,0 м. В.к. 4,0 м

2. Глина зеленовато-серая и слегка желтоватая, с обильными железистыми оолитами. На глубине 36,3-36,5 и 37,45-37,5 м наблюдаются линзовидные прослои желтовато-серого оолитового мергеля.

##### *Батский ярус*

##### *Москворецкая толща*

Инт. 39,0-44,9 м. В.к. 1,8 м (рис. П31).

3. Песок бурый, буровато-черный, внизу буровато-серый, мелкозернистый. В подошве содержится мелкая (до 1-2 см) кварцевая галька.

##### *Байосский ярус*

##### *Кудиновская толща*

Инт. 44,9-48,8 м. В.к. 5,0 м

4. Глина голубовато-зеленая, тонкослоистая, с наклонными алевритовыми прослойками. На глубине примерно 47,4 м в глине наблюдаются много мелких (до 3 мм) черных древесных остатков. Ниже этого уровня появляются



Рис. П30. Керн скважины 6 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 33,4-39,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П31. Керн скважины 6 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 39,0-49,3 м. Фото Р.Р. Габдуллина

ся более частые присыпки серого алевроита и скопления мелких члеников стелей криноидей. В подошве глина как бы брекчирована.

*Кора выветривания по суворовской свите кривякинского горизонта*

Инт. 48,8-49,2 м. В.к. 0,5 м

5. Мергель зеленовато-серый, землистый, с тонкими (до 2 см) прослойками светло-серого известняка. В нижней части порода сильно брекчирована.

*Каменноугольная система*

*Верхний отдел*

*Касимовский ярус*  
*Кревякинский горизонт*  
*Суворовская свита*

Инт. 49,2-50,0 м. В.к. 0,8 м

6. Известняк желтовато-серый, неравномерно перекристаллизованный, с пустотами выщелачивания и ядрами по раковинам двустворчатых моллюсков и гастропод. «*Шарша*» (МГ).

Инт. 50,0-50,5 м. В.к. 0,5 м

7. Мергель зеленовато-серый, сильно брекчированный, с мелкими обломками известняка.

Инт. 50,5-50,6 м. В.к. 0,3 м

8. Известняк зеленовато-серый, слабо глинистый, среднезернистый.

Инт. 50,6-51,1 м. В.к. 0,5 м

9. Мергель зеленовато-серый, тонкослоистый, сильно растворенный, с обломками зеленовато-серого глинистого известняка (иногда выглядит как разрушенный известняк). Интервал сильно переработан растворением.

Инт. 51,1-51,4 м. В.к. 0,3 м

10. Известняк светло-серый с зеленоватыми пятнами, мелкозернистый. «*Верхозем*» (МГ)?

Инт. 51,4-51,45 м. В.к. 0,05 м

11. Глина вверху бурая, ниже кирпично-красная, тонкослоистая, в верхней части с криноидным материалом.

Инт. 51,45-51,7 м. В.к. 0,25 м

12. Доломит светло-серый.

Инт. 51,7-51,8 м. В.к. 0,1 м

13. Мергель кирпично-красный с линзочками растворенного карбонатного материала.

Инт. 51,8-52,3 м. В.к. 0,5 м (рис. П33).

14. Доломит розовато-серый с фиолетовыми пятнами, тонкозернистый, глинистый.

*Средний отдел*  
*Московский ярус*  
*Мячковский горизонт*  
*Песковская свита*

Инт. 52,3-52,6 м. В.к. 0,2 м

15. Известняк доломитизированный, в кровле с неглубокими (до 2 см) каналами растворения (диаметром до 5 мм).



Рис. П32. Керн скважины 6 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 47,3-51,8 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П33. Керн скважины 6 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 51,8-56,8 м. Фото Р.Р. Габдуллина



Рис. П34. Керн скважины 6 (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9). Интервал 56,8-60,0 м. Фото Р.Р. Габдуллина

Инт. 52,6-53,0 м. В.к. 0,2 м

16. Глина светло-зеленая и мергель глинистый с разрушенным тонко-слоистым известняком.

Инт. 53,0-56,3 м. В.к. 2,6 м

17. Известняк светло-серый с розоватым оттенком, мелко-среднезернистый. Верхняя ее часть (0,3 м) превращена в рыхлую массу.

Инт. 56,3-56,5 м. В.к. 0,05 м

18. Глина зеленовато-серая, раздробленная.

Инт. 56,5-56,7 м. В.к. 0,2 м

19. Известняк светло-серый, грубозернистый, органогенно-обломочный, с большим количеством крупных игл морских ежей. **«Горох» (МГ).**

*Домодедовская свита*

Инт. 56,7-57,7 м. В.к. 1,0 м

20. Доломит светло-серый, тонкозернистый, с редкими пустотами по биокластам.

Инт. 57,7-57,8 м. В.к. 0,05 м

21. Глина голубовато-зеленая с мелким щебнем известняка.

Инт. 57,8-58,9 м. В.к. 0,95 м (рис. П34).

22. Доломит желтовато-серый, тонкозернистый.

Инт. 58,9-60,0 м. В.к. 1,0 м

23. Известняк светло-серый, слегка желтоватый, тонкозернистый.

**Результаты определения наннопланктона  
из скважин и обнажений в левом борту долины р. Мзымта**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
1	Обнажение у устья р. Кепша	1	Watznaueria barnesae, W. manivitae, Braardosphaera batiliformis, Micrantolithus hoschulzii, Nannoconus boucheri, N. grandis, N. truittii, N. vocontiensis, Assipetra terebrodentarius, Flabellites oblongus, Rhagodisucus gallagherii	ранний апт, NC6
2	Шурф 1К	1	Watznaueria barnesae, W. manivitae, Nannoconus boletus, Assipetra terebrodentarius, Flabellites oblongus, Rhagodisucus asper, Microstaurus chiasmus, Eprolites antiquus, Biscutum constans	апт
3		2	Watznaueria barnesae, W. manivitae, W. ovalis, Assipetra terebrodentarius, Flabellites oblongus, Rhagodisucus asper, Microstaurus chiasmus, Eprolites floralis, Biscutum constans, Discorhabdus ignotus, Zeughrabdotos embergerii	поздний апт, NC7
4		3	Watznaueria barnesae, W. manivitae, W. britannica, Assipetra terebrodentarius, Nannoconus boletus, Flabellites oblongus, Rhagodisucus asper, Microstaurus chiasmus, Eprolites floralis, Diloma primitiva, Zeughrabdotos embergerii, Haquis circumradiatus	
5		4	Watznaueria barnesae, W. manivitae, Assipetra terebrodentarius, Nannoconus boletus, Flabellites oblongus, Rhagodisucus asper, R. angustus, Microstaurus chiasmus, Eprolites floralis, Zeughrabdotos embergerii, Haquis circumradiatus, Retecapsa crenulata	
6		т.н. 453	1	Watznaueria barnesae
7	2		Watznaueria barnesae	
8	т.н. 454	1	Watznaueria barnesae, W. britannica, W. manivitae Rotelapillus laffitei, Biscutum constans, Zeughrabdotos embergerii	апт
9		2	Watznaueria barnesae, Rotelapillus laffitei, Biscutum constans, Zeughrabdotos embergerii, Z. diplogrammus, Z. scutula, Micrantolithus hoschulzii, Rhagodisucus asper, Flabellites oblongus, Tranolithus minimus	верхний апт, NC7

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
10	т.н. 454	3	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivittae</i> , <i>W. ovata</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i>	поздний апт, NC7C
11		4	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovata</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Microstaurus chiatius</i>	
12		5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivittae</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>R. angustus</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Flabellites oblongus</i>	поздний апт, NC7C
13		6	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivittae</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>R. angustiphorata</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>R. angustus</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Manivitella pemmatoida</i>	
14		7	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Z. trivectis</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>R. angustus</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Manivitella pemmatoidea</i> , <i>Prediscosphaera columnata</i>	ранний альб, NC8C
15		8a	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodisus asper</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Manivitella pemmatoidea</i>	поздний апт-сеноман
16		8б	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodisus asper</i>	ранний мел
17		9	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Zeugrhabdotus trivectis</i> , <i>Rhagodisus asper</i>	
18		10a	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Rhagodisus asper</i>	поздний апт-сеноман
19		10б	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Rhagodisus asper</i>	
20		11a	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	
21	11б	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i>		

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
22		12	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeughrabdotos diplogrammus</i> , <i>Eiffellithus turriseffellii</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Rhagodiscus angustus</i> , <i>Reinhardtites anthophorus</i> , <i>Quadrum gartneri</i> , <i>Q. intermedium</i> , <i>Lithastrinus septenarius</i>	поздний коньяк
23		13	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeughrabdotos embergerii</i> , <i>Eiffellithus turriseffellii</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Reinhardtites anthophorus</i> , <i>Quadrum gartneri</i> , <i>Q. intermedium</i> , <i>Maninitella pemmatoidea</i>	
24	т.н. 451	1	наннопланктон отсутствует	
25		2		
26		3		
27	т.н. 456	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>Braarudosphaera batiliformis</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Nannoconus grandis</i> , <i>N. truittii</i> , <i>Assipetra terebrodentarius</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Rhagodiscus gallagherii</i>	ранний апт, NC6
28	т.н. 457	3	наннопланктон отсутствует	
29	т.н. 458	1	<i>Mitrolithus elegans</i> , <i>Crepidolithus granulatus</i>	синемюр- плинсбах
30	т.н. 460	1	наннопланктон отсутствует	
31		5		
32		6		
33		8		
34		10		
35	т.н. 461	1	<i>Watznaueria barnesae</i>	не древнее бай- оса
36	т.н. 462	1	наннопланктон отсутствует	
37		2	наннопланктон отсутствует	
38	т.н. 463	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Retecapsa creulata</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	берриас- сеноман
39	т.н. 464	1	наннопланктон отсутствует	
40	т.н. 465	1	наннопланктон отсутствует	
41	т.н. 466	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>A. terebrodentarius</i> , <i>Nannoconus bonetii</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeughrabdotos embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Z. scutula</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Microstaurus chistiis</i>	ранний апт

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
42	т.н. 466	2	Watznaueria barnesae, Rotelapillus laffitei, Assipetra infracretacea, A. terebrodentarius, Nannoconus bonetii, Biscutum constans, Zeugrhabdotus embergerii, Z. diplogrammus, Z. scutula, Micrantonolithus hoschulzii, Rhagodiscus asper, Flabellites oblongus, Microstaurus chiastius, Hayesites irregularis	ранний апт
43	т.н. 466	3	Watznaueria barnesae, W. ovalis, Conusphaera rothii, Rotelapillus laffitei, Assipetra infracretacea, A. terebrodentarius, Nannoconus bonetii, Biscutum constans, Zeugrhabdotus embergerii, Z. diplogrammus, Z. scutula, Micrantonolithus hoschulzii, Rhagodiscus asper, R. infinitus, Flabellites oblongus, Tranolithus minimus	
44	т.н. 466	4	Watznaueria barnesae, Rotelapillus laffitei, Assipetra infracretacea, A. terebrodentarius, Nannoconus bonetii, Biscutum constans, Zeugrhabdotus embergerii, Z. diplogrammus, Z. scutula, Micrantonolithus hoschulzii, Rhagodiscus asper, Eprolithus floralis	терминальный ранний апт, NC7A
45	т.н. 467	1	многочисленные Watznaueria barnesae	не древнее байоса
46		2		
47	т.н. 469	1	Watznaueria barnesae, Cylindralithus sculptus, Eiffellithus turriseffellii, Rhagodiscus asper, Broinsonia matalosa	сеноман
48		2		
49	т.н. 470	1	Watznaueria barnesae, W. manivitae, Zeugrhabdotus erectus	сеноман
50		1a	Watznaueria barnesae, Zeugrhabdotus embergerii, Rhagodiscus asper	сеноман
51		2	Watznaueria barnesae, W. ovalis, Rhagodiscus asper	сеноман
52		3	Watznaueria barnesae, W. manivitae, W. ovalis, Zeugrhabdotus erectus, Z. noeliae, Z. embergerii, Rhagodiscus asper, Eprolithus floralis, Cylindralithus biarcus	сеноман

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
53	т.н. 470	4	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Zeugrhabdotus erectus</i> , <i>Z. embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. angustus</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Cylindralithus biarcus</i> , <i>Microstaurus chiastius</i> , <i>Quadrum intermedium</i>	сеноман
54		5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i> , <i>Z. embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Cylindralithus biarcus</i> , <i>C. sculptus</i> , <i>Microstaurus chiastius</i> , <i>Quadrum intermedium</i>	сеноман
55		6	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Cylindralithus biarcus</i> , <i>Microstaurus chiastius</i> , <i>Quadrum intermedium</i> , <i>Biscutum constans</i>	сеноман
56	т.н. 478	1	<i>Micula staurophora</i> , <i>Quadrum intermedium</i> , <i>Eiffellithus turriseiffelii</i> , <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i> , <i>Calculites obscurus</i>	сеноман
57	т.н. 492	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	сеноман
58		2	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i> , <i>Z. embergerii</i> , <i>Eprolithus apertior</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Quadrum intermedium?</i>	поздний сеноман?
59	т.н. 495	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i>	альб
60		2	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	
61		3	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	
62		4	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	
63		5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>A. terebrodentarius</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Hayesites irregularis</i> , <i>Grantarhabdus coronadventis</i> , <i>Helicolithus trabeculatus</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>E. varolii</i>	
64		6	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Grantarhabdus coronadventis</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
65	т.н. 495	7	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Grantarhabdus coronadventis</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	альб
66		8	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	
67	т.н. 495А	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	мел
68		2	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus sageri</i>	
69	т.н. 619	1	наннопланктон отсутствует	
70	т.н. 684	1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus sageri</i>	поздний апт-сеноман
71		2	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Zeughrabdodus diplogrammus</i> , <i>Z. embergerii</i> , <i>Rhagodiscus sageri</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Haquis circumradiatus</i> , <i>Microstaurus chiastius</i> , <i>Biscutum constans</i> ,	
72	т.н. 735	1	<i>Micula staurophora</i> , <i>Quadrum gartneri</i> , <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i>	коньяк-мастрихт
73	т.н. 751	1	<i>Micula staurophora</i> , <i>Quadrum intermedium</i> , <i>Q. gartneri</i> , <i>Eiffellithus turriseiffelii</i> , <i>Arkhangelskiella cymbiformis</i> , <i>Orastrum campanensis</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Cyclagelaspaea margerellii</i>	коньяк-кампан
74	сл.1		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	средний сеноман
75	сл.2		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. sageri</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Staurolithites dorfii</i> , <i>S. gausorhethium</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i>	
76	сл.3		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. sageri</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Staurolithites dorfii</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i> , <i>Discorhabdus ignotus</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Cylindralithus sculptus</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i>	
77	сл.4		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. sageri</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Staurolithites gausorhethium</i> , <i>Cylindralithus sculptus</i>	

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
78	сл.5		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Staurolithites gausorhethium</i> , <i>Cylindralithus sculptus</i> , <i>Retecapsa crenulata</i>	средний сеноман
79	сл.6		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. sageri</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Cylindralithus sculptus</i> , <i>Gartnerago cf. theta</i> , <i>Corolithion kennedyi</i>	
80	скв. 568	56,5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Z. scutula</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Nannoconus sp.</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Hayesites irregularis</i>	ранний апт, NC6B
		37,6	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Biscutum constans</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Nannoconus sp.</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Manivitella pemmatoidea</i> ,	
81		36,1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Nannoconus sp.</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Manivitella pemmatoidea</i>	
82	скв.569	40	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Retecapsa angustiphorata</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Nannoconus circularis</i> , <i>N. wassalii</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	ранний апт, NC6A
83		31..1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Retecapsa angustiphorata</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Nannoconus circularis</i> , <i>N. bermudezii</i> , <i>N. truittii</i> , <i>N. kamptneri</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	
84		22..5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. manivitae</i> , <i>Conusphaera rothii</i> , <i>Retecapsa angustiphorata</i> , <i>Zeughrabdodus embergerii</i> , <i>Z. diplogrammus</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Nannoconus bonetii</i> , <i>N cf.bronnimanii</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
85	Обр. с иноцерамами <i>Aucellina</i> sp. K <sub>1</sub> a <sub>1</sub> <sup>1</sup> -K <sub>2</sub> cm (определение Е.Ю. Ба-рабошкина, МГУ)		<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovalis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i> , <i>Cylindralithus sculptus</i> , <i>Staurolithites glaber</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Gartnerago segmentatum</i> , <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i>	ранний-средний сеноман
86	1352	44	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Braarudosphaera batiliformis</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. kamptneri</i> , <i>N. wassalii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i>	ранний апт, NC6A
87		42.0–42.7	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. wassalii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i>	
88		21.6–21.8	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Braarudosphaera batiliformis</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. boucheri</i> , <i>N. circularis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Hayesites irregularis</i> , <i>Chiastozygus litterarius</i>	
89		21.6–	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Braarudosphaera batiliformis</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. boucheri</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Conusphaera rothii</i> , <i>Microstaurus chiasmus</i>	
90		19.7–19.8	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>M. obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i> , <i>Chiastozygus litterarius</i>	ранний апт, NC6B
91	15.4–15.6	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Braarudosphaera batiliformis</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. kamptneri</i> , <i>N. wassalii</i> , <i>N. circularis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffitei</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Chiastozygus litterarius</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Haquis circumradiatus</i> , <i>Microstaurus chiasmus</i>		

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
92	758	15	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. elongatus</i> , <i>N. vocontiensis</i> , <i>N. colomii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Retecapsa angustiphorata</i> , <i>R. crenulata</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i>	ранний апт, NC6
93		5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. elongatus</i> , <i>N. wassallii</i> , <i>N. vocontiensis</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>M. hoschulzii</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Staurolithites mutterlosei</i>	
94	759	31.01.	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. elongatus</i> , <i>N. vocontiensis</i> , <i>N. boucheri</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>M. hoschulzii</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa angustiphorata</i> , <i>R. crenulata</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Staurolithites mutterlosei</i>	ранний апт, NC6
95		28.5.	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa crenulata</i>	
96	1351	23.0–23.1	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Eprolithus varolii</i> , <i>Microstaurus chiasmus</i>	поздний апт, NC7
97	568	56.5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa crenulata</i>	ранний апт
98		48.5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovata</i> , <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	
99		43.5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. ovata</i> , <i>Zeugrhabdotus diplogrammus</i> , <i>Z. embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	
		28	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Assipetra infracretacea</i>	
100	740	39.2–3.5	<i>Watznaueria barnesae</i>	?
101		30.3–30.5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Eprolithus floralis</i> , <i>E. varolii</i>	поздний апт

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (продолжение)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
102	430	44.5–44.7	наннопланктон отсутствует	?
103		32.3–32.5	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus angustus</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i>	поздний апт
104		23.1–23.3	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus achlyostaurion</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	
105	574	37.0	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Hayesites irregularis</i>	апт
106	571	35.3–35.5	<i>Watznaueria barnesae</i>	?
107		31.0	<i>Watznaueria barnesae</i>	
108	573	34	<i>Watznaueria barnesae</i>	?
109		28	<i>Watznaueria barnesae</i>	
110	728	53.0–53.3	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>W. britannica</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i>	?
111		35.7–36.0	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Assipetra infracretacea</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i> , <i>Nannoconus cf. steinmannii</i> , <i>N. truittii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i>	ранний апт
112		20.7–21.0	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Zeugrhabdotus embergerii</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>R. achlyostaurion</i> , <i>Rotelapillus laffittei</i> , <i>Eprolithus floralis</i>	поздний апт
113	429	20	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. circularis</i> , <i>Hayesites irregularis</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Braarudosphaera africana</i> , <i>Cretarhabdus striatus</i>	ранний апт
114		10.3	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. steinmannii</i> , <i>N. vocontiensis</i> , <i>Hayesites irregularis</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Assipetra infracretacea</i>	
115	570	26.8	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Hayesites irregularis</i> , <i>Micrantolithus obtusus</i> , <i>Rhagodiscus asper</i> , <i>Retecapsa crenulata</i> , <i>Staurolithes mutterlosei</i>	ранний апт

**Результаты определения наннопланктона из скважин  
и обнажений в левом борту долины р. Мзымта (окончание)**

№ п/п	Местонахождение	№ обр., интервал	Комплекс наннопланктона	Возраст
116	578	41	наннопланктон отсутствует	ранний апт
117		30	<i>Watznaueria barnesae</i> , <i>Nannoconus truittii</i> , <i>N. steinmannii</i> , <i>Micrantolithus hoschulzii</i> , <i>Flabellites oblongus</i> , <i>Grantarhabdus coronadventis</i> , <i>Retecapsa crenulata</i>	
118	569	23	<i>Dictyococcites bisectus</i> , <i>Reticulofenestra umbilicus</i> , <i>R. hillae</i> , <i>Coccolithus pelagicus</i> , <i>Discoaster saipanensis</i> , <i>Sphenolithus moriformis</i>	бартон

Определение выполнено ведущим научным сотрудником  
лаборатории микропалеонтологии ГИН РАН  
Е.А. Щербининой

**Оценка физико-механических характеристик пород участка исследований на основании скоростей продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) упругих волн**

Оценка физико-механических характеристик пород участка исследований дана на основании скоростей продольных ( $V_p$ ) и поперечных ( $V_s$ ) упругих волн. Значения коэффициентов Пуассона ( $\mu$ ) рассчитывались по измеренным скоростям упругих волн по формуле теории упругости:

$$\mu = \frac{1 - 2 \cdot \left( \frac{V_s}{V_p} \right)^2}{2 \cdot \left( 1 - \left( \frac{V_s}{V_p} \right)^2 \right)}$$

В случае, если скорости поперечных волн уверенно определить не удалось, коэффициент Пуассона брался по литературным данным для аналогичных пород.

Переход от скоростей к модулю деформации ( $E$ ) для рыхлых пород и глин осуществлялся по формулам из свода правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-105-03 (часть 6). В случае если для пересчета требовался динамический модуль упругости он рассчитывался по формуле теории упругости  $E_o = V_p^2 \cdot \rho \cdot \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{1 - \mu}$ .

Для известняков использовалась зависимость вида  $\lg E = a \cdot \lg E_o + b$ , где коэффициенты  $a$  и  $b$  берутся в соответствии с видом модуля  $E^*$ , с типом пород и предполагаемой нагрузкой. Когда глубина залегания известняков превышает 35 метров, то это соответствует нагрузке в 4 МПа. Для ненарушенного массива обычно рассчитываются модули деформации соответствующие второму циклу нагружений ( $E_{II}$ ), в этом случае  $a = 1,361$ ,  $b = -2,516$ . Но, учитывая что изучаемые известняки при вскрытии котлована будут разгружены, производился расчет и для суммарного модуля деформации ( $E_{\Sigma}$ ), для него  $a = 1,744$ ,  $b = -4,838$ .

Переход от скоростей к модулю деформации ( $E$ ) для рыхлых пород и глин осуществлялся по формулами из свода правил по инженерным изысканиям для строительства СП 11-105-03 (часть 6). В случае если для пересчета требовался динамический модуль упругости он рассчитывался по формуле теории упругости  $E_o = V_p^2 \cdot \rho \cdot \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{1 - \mu}$ .

Для известняков использовалась зависимость вида  $\lg E = a \cdot \lg E_0 + v$ , где коэффициенты  $a$  и  $v$  берутся в соответствии с видом модуля  $E^1$ , с типом пород и предполагаемой нагрузкой. Если глубина залегания известняков превышает 50 метров, то это соответствует нагрузке в 6 МПа. Для ненарушенного массива обычно рассчитываются модули деформации соответствующие второму циклу нагружений (ЕП), в этом случае  $a = 1,300$ ,  $v = -2,113$ . Поскольку при прессиометрических опытах измерения ведутся для нагрузок 0,3-0,5 МПа, для удобства сопоставления производился расчет и для нагрузки в 0,5 МПа, для которой  $a = 1,528$ ,  $v = -3,564$ .

<sup>1</sup> Вид модуля  $E$  определяется характером приложения нагрузки: количеством циклов нагружения, их длительностью и др.

**Инженерно-экологическая характеристика территории г. Саратова**

*Справка: история развития территории Глебучева оврага на этапе возникновения и роста городского пространства.* Анализ архивных, фондовых и опубликованных источников литературы показывает, что наиболее вероятным местом возникновения города Саратова является долина Глебучева оврага. Выбор места заложения Саратова вблизи крупного долинного комплекса был не случаен и объясняется исторически сложившейся традицией – современные крупные и малые города Среднего и Нижнего Поволжья (Самара, Саратов, Ульяновск, Сызрань, Вольск и др.) в связи с необходимостью организации военной защиты и хозяйственно-бытовых нужд населения городов диктовали стратегию планировки и дальнейшего развития городской территории. Первоначально города были ограничены с двух-трех сторон глубокими естественными понижениями – долинами небольших рек, оврагами и балками, являющимися своеобразными оборонительными сооружениями на границах города. Таким образом, уже на этапе возникновения города намечалась тесная генетическая связь инфраструктуры городской среды и долинных комплексов.

Свое существование город в конце XVI века начал вблизи Глебучева оврага, названного так по фамилии воеводы Глебова, который жил неподалеку от него. Основная часть города, имевшая трапециевидную в плане форму, размещалась на правом склоне Глебучева оврага. По правому борту проходили насыпной вал и глубокий ров (рис. П35). Город-крепость был окружен с трех сторон деревянными стенами, четвертая сторона была открыта в сторону Волги. За оврагом, на его левом склоне и у подножия Соколовой горы размещались тогда соляные склады и дворы солдатской слободы. На этапе возникновения и первых нескольких десятков лет развития городской территории, Глебучев овраг выполнял ограничительную функцию военного и градопланировочного характера. В то время он представлял собой крупную эрозивную структуру до нескольких десятков метров в ширину и глубину, на дне которой существовал постоянный водный поток, который был судоходным и давал возможность продвигаться по ней небольшим плоскодонным судам вверх по течению.

Изначальная планировка внутри территории крепости имела перпендикулярную систему, первые улицы (взвозы) – Московский и Казанский – были проложены под прямым углом к Волге, почти параллельно долине Глебучева оврага, ряд других улиц (Воздвиженская, Царицынская и др.) шли перпендикулярно главным трактам, соединяющим восточные и западные части города. В целом, застройка старого Саратова конца XVI-XVII вв. была ха-

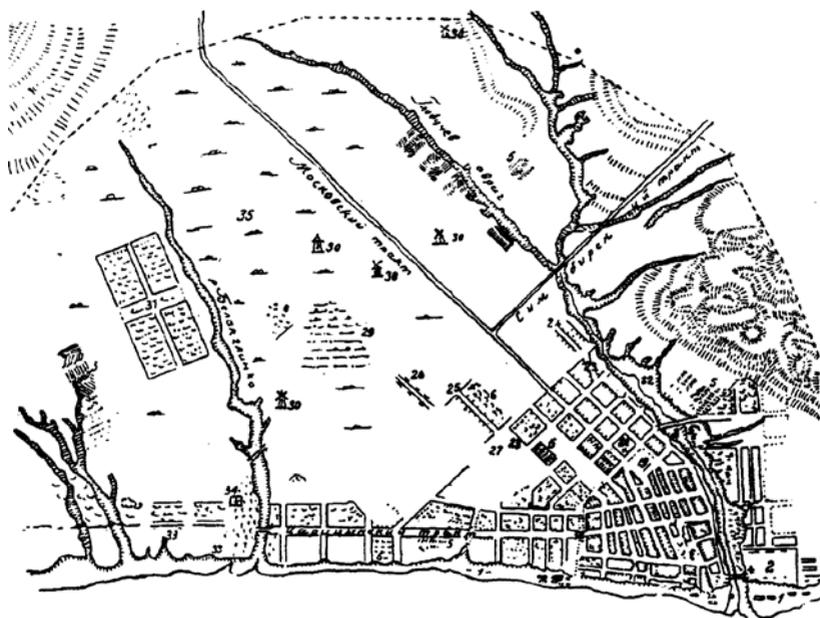


Рис. П35. План территории Саратова конца XVII в.



Рис. П36. Фрагмент плана территории Саратова 1881 г.

отичной и стихийной. Улицы города были узкими и кривыми, со множеством тупиков. Дома располагались скученно. В процессе дальнейшего роста территории города произошел его выход за пределы долины Глебучева оврага на севере и захват южных территорий – Белоглинского, Токмаковского и других крупных эрозионных долин Приволжской котловины, что видно на более поздних планах Саратова (рис. П36).

*Справка по тектоническому строению площадки:* Соколовогорское поднятие расположено на северо-востоке территории г. Саратова. Значительная часть его уходит под русло р. Волги и простирается до Зеленого острова. По изолинии –220 м поднятие имеет размеры: с запада на восток – 6 км, с севера на юг – 3 км. Максимальные отметки по палеозойской поверхности составляют –200 м, перепад высот 200 м. Поднятие в мезозойских отложениях выражено не столь четко. Соколовогорское поднятие с юго-запада примыкает к Елшано-Сергиевской флекуре по линии Глебучева оврага, к северу оно постепенно переходит в Пристанскую впадину.

Елшано-Сергиевская флексура, находящаяся в южной части Присаратовского мегавала, одним из своих элементов трассируется через центральную часть города примерно по линии Глебучева оврага. Данная структура прослеживается от р. Медведицы на западе до села Генеральского на левобережье р. Волги на востоке. От пос. Сокол до Трофимовского разъезда ее простираение восточно-северо-восточное, а далее она отклоняется под углом в 60° на юго-восток по направлению Глебучева оврага и следует до р. Волги. Амплитуда флексуры и углы наклона не выдержаны по простираению, возрастая на участках примыкания ее к Елшано-Курдюмскому и Соколовогорскому поднятиям. На участке примыкания к Елшано-Курдюмскому поднятию перепад абсолютных отметок между сводом антиклинали и опущенным крылом флексуры составляет 410 м, средний угол падения – 15°, достигая на отдельных участках 30-45°. На участке примыкания к Соколовогорскому поднятию разница в отметках приподнятого и опущенного крыльев составляет 140 м, угол – 15-25°. На остальных участках территории углы наклона флексуры уменьшаются до 5-10°.

Анализ топографических карт и архивных документов за последние 200 лет дает возможность проследить особенности изменения морфологических параметров долины Глебучева оврага в связи с постепенным ростом и давлением городского пространства (рис. П37).

*Справка:* в настоящее время Глебучев овраг практически на всем его протяжении от верховий на склонах Лысогорского плато в районе 2-й Дачной и до устья на берегу Волгоградского водохранилища визуально не воспринимается как самостоятельный геоморфологический объект.

В генезисе долины Глебучева оврага особую роль сыграли особенности возникновения и развития Саратовской котловины. Морфологически Саратовская котловина представлена невысокой отлого спускающейся к Волге террасой, которая еще в конце XIX – начале XX века заканчивалась у реки невысоким до 20-30 м береговым уступом. Сброс Глебучева оврага, географически расположенный в северной части котловины, у южного подножия Соколовогорского массива, идет примерно посередине древней палеодолины (седловины). По своему геологическому возрасту седловина относится к древним элементам рельефа, основные черты ее были сформированы еще в доплиоценовое время (более 2 млн. лет назад). Образование сброса (флексуры) Глебучева оврага связано с ингрессией акчагыльского моря. В опущенном крыле сброса Глебучева оврага наблюдаются рыхлые песчаные осадки акчагыльского моря (1,8 млн. лет назад), которые до формирования речного аллювия и накопления делювиально-пролювиальных отложений в долине сносились атмосферными водами в сторону древней Волги, чем и подчеркивается завершение процесса образования котловины города Саратова. Геоморфологический облик долины Глебучева оврага окончательно приобрела в голоцене. 400-500 лет назад долина представляла собой наиболее динамично развивающуюся эрозионную форму.

На территории исследований поверхностная гидросеть представлена несколькими типами: постоянными водотоками, временными водотоками, заболоченными участками и элементами коллектора (рис. П38). Геофизические работы методом симметрического профилирования (СЭП) проводились с 29 августа по 5 сентября 2008 года с целью выделения зон и участков с различной степенью обводненности в верхней части разреза (рис. П39).

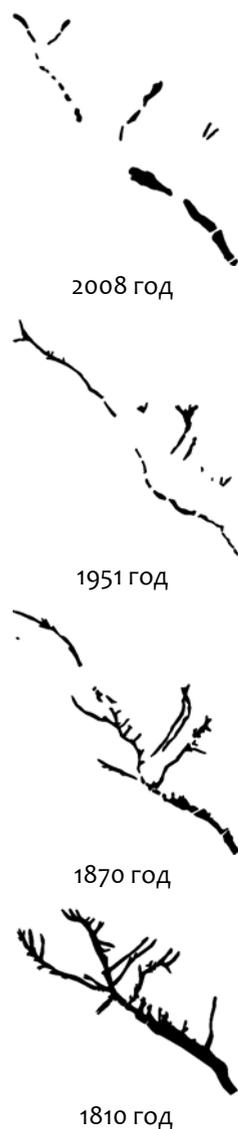


Рис. П37. Изменения естественной дренажной сети за 200 лет. Бассейн Глебучева оврага (Иванов, Яшков, 2007)



Рис. ПЗ8. Схема гидросети участка

Одной из проблем участка является подтопление, а его главной причиной – бытовой мусор (бутылки, пакеты, бумага) и песок, которым зимой посыпают дороги. При снеготаянии и сильных дождях весь этот песочно-бытовой материал попадает через решетки коллекторов в городскую ливневую сеть (рис. П40). Очистить от него ливневки возможно только вручную с применением ведер, багров и лопат. Карта подтопления г. Саратова приведена эл. илл. 16.

*Справка по оползневым процессам в Смирновском ущелье.* Ширина седловины от 20 до 40-45 м с крутыми до 35-40° южным и северным склонам и более пологим склоном восточной экспозиции. Крутая часть склона (35-40°), не затронутая оползнем, сложена опоками сызранской и саратовской свит палеогена. Ниже абсолютной отметки 200-202 м наблюдается более пологий оползневой склон, крутизна которого составляет в среднем 20-22°. Эта



Рис. П39. Расположение точек СЭП и уровень обводненных толщ

часть склона, охваченная современным активным оползнем, представляет собой сформировавшееся ранее древнее оползневое тело по верхнемеловым породам с хорошо выраженными в рельефе оползневыми террасами. Абсолютные отметки первой оползневой ступени в настоящее время составляют 185-196 м, второй оползневой ступени – 175-178 м.

Первые трещины были зафиксированы в период забивки свай (ноябрь 2000 г.) под строительство областной клинической больницы, но активное движение оползня с образованием стенки срыва зафиксировано в период с 8 по 18 марта 2002 г. Протяженность оползня составляла тогда 40 м, а длина по оси смещения достигла 80 м при высоте стенки срыва около 2 м. Объем смещенных пород не превышал 25 тыс. м<sup>3</sup>. Причиной образования оползня была признана утечка из водовода. Обследование оползня 29 мая 2003 г. показало, что «язык оползня упирается в бетонный забор областной клинической больницы, плиты забора частично повалены» (из заключения). Ширина раскрытия трещин параллельно склону в теле оползня достигла 15 см, глубина их составила 50 см (рис. П41).



Рис. П40. Поверхностное подтопление улиц в результате замусоривания ливневых коллекторов в долине Глебучева оврага

Для восстановления дороги был отсыпан грунт в головной части оползня. На домах видны следы деформации: деревянные постройки просели в сторону проезда, в стенах и фундаментах двух кирпичных домов образовались трещины с толщиной раскрытия до 5-7 см. В 40 м к западу и югу от этих домов прослеживаются трещины, вдоль которых грунт просел на 0,5-1 м. Опорные столбы газопровода диаметром 150 мм сместились. В июне-июле 2003 г. количество выпавших осадков превысило норму в 1,7 раза и составило 134 мм, что привело к последующим оползневым подвижкам.

Максимальные подвижки оползня с образованием повторной стенки срыва высотой 3-3,5 м произошли с 5 по 8 августа 2003 г. Отмечена трещина по улице параллельно склону. Выше улицы на абсолютной отметке 188-189 м образовалась циркообразная бровка срыва, ниже которой ступенчатообразно ее окаймляют еще 3 трещины отрыва. Просадка блоков достигает 1,5 м, а бровка срыва по высоте изменяется от 1-1,5 м с восточной стороны до 3-4 м – с западной. Таким образом, формируется оползневая терраса от бровки срыва. Весь блок пронизан веерообразными трещинами.

Оползень продолжает развиваться в направлении вверх по склону. В 40-50 м к юго-западу по ул. Вяземской зафиксирована трещина протяженностью 15-20 м шириной до 15 см, в 30-35 м вверх по склону еще одна дугообразная трещина с шириной раскрытия 20-30 см и глубиной до 40-45 см.

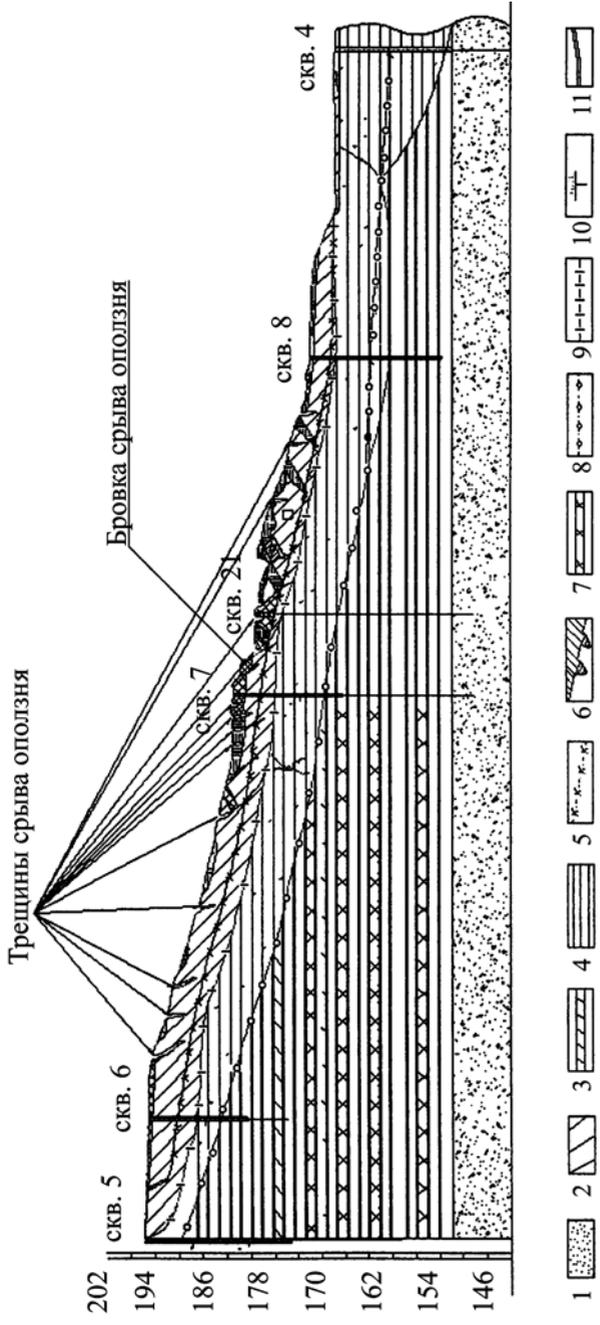


Рис. П41. Инженерно-геологический разрез оползня Смирновского ущелья (Смилевец и др., 2007, 2010):  
 1 – песок, 2 – суглинок, 3 – прослой мергеля в глинах, 4 – глины, 5 – уровень грунтовых вод, 6 – трещины срыва  
 оползня, 7 – прослой опоки в глинах, 8 – поверхность скольжения древнего оползня, 9 – скважина, 10 – страти-  
 графические границы

В зоне бедствия, кроме разрушенных домов по ул. 4-й Комсомольский проезд, под угрозой деформации находятся несколько домов. Площадь активного оползня, находящегося в циклическом движении, на дату проведения изысканий составляла 17,3 тыс. м<sup>2</sup>, а объем захваченных оползнем пород – 101,7 тыс. м<sup>3</sup>. С учетом потенциально опасных зон массива, еще не пришедшего в движение, оползневая зона может значительно расшириться к западу и вверх по склону.

Оползневое тело затронуло *меловые, палеогеновые и четвертичные* отложения. В пределах оползневого участка наиболее древними являются отложения *сеноманского яруса верхнего отдела меловой системы (K<sub>2</sub>s)*. При расчленении использованы литологический и палеонтологический методы. Кровля их фиксируется на абсолютных отметках 140-143 м. Снизу вверх выделяются следующие слои.

K<sub>2</sub>s 1. Песок кварцево-глауконитовый, серо-зеленый, мелкозернистый, алевролитистый. Мощность около 30 м. Вниз по разрезу слой постепенно переходит в пески и глины альбского возраста. *Толща морского генезиса (как и все лежащие выше осадки мела и палеогена)*.

K<sub>2</sub>st<sub>1</sub> 2. Мергель песчанистый грязно-белый с обилием глауконита и включений фосфоритов. Мощность 0,75-1 м. Выше залегает так называемая «полосатая серия» сантона – ритмичное переслаивание мергелистых глин и опок.

K<sub>2</sub>st<sub>1-2</sub> 3. Кремнистая пачка, большую часть ее составляют глинистые или известково-глинистые силициты.

K<sub>2</sub>st<sub>2</sub> 4. Карбонатно-глинисто-кремнистая пачка постепенно сменяет подстилающий слой, представлена известково-глино-силицитами. Мощность около 15-17 м.

K<sub>2</sub>ср 5. Слой литологически пестрый, выделяются ряд подслоев.

а. Мергель песчанистый обогащен глауконитом, серо-зеленый. Мощность прослоя 0,3 м.

б. Выше по разрезу – рыхлые мергели глауконитовые, силицитовые. Мощность прослоя 0,3-0,5 м.

в. Еще выше наблюдается известняк глинисто-силицитовый с обилием глауконита. Мощность 0,4-0,6 м.

г. Выше залегают рыхлые силицитовые мергели с глауконитом и редкими мелкими фосфоритами. Мощность прослоя 0,8-1 м. Общая мощность слоя 2-2,2 м.

K<sub>2</sub>ср 6. Кремнисто-глинистая пачка представлена чередующимися прослоями серых опок и черных кремнистых глин. Мощность слоя 5-7 м.

K<sub>2</sub>m 7. Верхняя часть кремнисто-глинистой пачки почти полностью лишена карбонатной составляющей. В основании слабо проявлен прослой редких желваков и зерен фосфоритов. Отложения относятся к зоне *Belemnella licharevi* нижнего маастрихта. Мощность 1-2 м.

K<sub>2</sub>m 8. Мергель светло-серый, слабо песчанистый, в выветренном состоянии плитчатый. Мощность 15-17 м.

*Палеогеновые отложения. Сызранская свита* (P<sub>1</sub>sz<sub>1</sub>) представлена сильно трещиноватыми опоками с единичными прослоями глин. Мощность более 10 м.

*Четвертичные отложения. Образования древнего оползня* (dpQ<sub>III-IV</sub>) представлены глинами с примесью щебня опоки и мергеля. Мощность отложений в голове древнего оползня достигает 10 м.

*Образования современного оползня* (dpQ<sub>IV</sub>) составляют суглинок, щебень опоки с почвой, прослой дресвяно-щебнистого грунта. Толща оползневых грунтов сильно разуплотнена многочисленными трещинами отрыва и растяжениями, на отдельных участках переувлажнена.

*Провиально-делювиальные отложения* (pr-dQ<sub>IV</sub>) слагают днище Смирновского ущелья и представлены глинами с примесью слабоокатанного щебня, дресвы и суглинками с примесью обломочного материала, имеют мощность 7-15 м и залегают на коренных песках сеноманского яруса верхнего мела с размывом.

## Приложения на CD-диске

### Список видеороликов

1. Кольская сверхглубокая скважина (видеоролик В1).
2. Судно глубоководного бурения «JOIDES RESOLUTION» (видеоролик В2).
3. Методика глубоководного бурения (видеоролик В3).
4. Подводное бурение (видеоролик В4).
5. Телеметрия аварийной скважины (падение бурового инструмента) (видеоролик В5).
6. Установка для создания стены в грунте «CASAGRANDE» (видеоролик В6).
7. «Земля для нас прозрачна – 1» (использование геофизических методов, электроразведка, магниторазведка), пр-во «Астра» (комплексная геофизическая экспедиция, СПб.; видеоролик 1.2.1).
8. «Земля для нас прозрачна – 2» (электроразведка, сейсморазведка; видеоролик 1.2.2).
9. «Земля для нас прозрачна – 3» (инженерная геология, сейсмо- и электротомография) (видеоролик 1.2.3).
10. Георадар (ООО «Чип и Дип»; видеоролик 1.2.4).
11. Вибросейс-1 (методика; видеоролик 1.2.5).
12. Вибросейс-2 (методика, англ. яз.; видеоролик 1.2.6).
13. Вибросейс-3 (вибрирующая платформа; видеоролик 1.2.7).
14. Вибросейс-4 (видеоролик 1.2.8а).
15. Подводные мобильные методы геодезии и геофизики – эхолот AUV FUGRO (Autonomous Underwater Vehicle; видеоролик 1.2.8б).
16. Морская сейсмическая съемка (методика; видеоролик 1.2.8в).
17. Аэрогеофизические методы (FUGRO) (видеоролик 1.2.8г).
18. Статическое зондирование до глубин 9,6-12,2 м (до отказа) установкой ЛБУ-50 с комплектом аппаратуры «ПИКА-15» (зонд II типа) согласно ГОСТ 19912-2001 на площадке изысканий (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4; видеоролик 1.2.9а).
19. Подъем зонда (г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4) (видеоролик 1.2.9б).
20. Автомобильный комплекс статического зондирования УЗК-15 (ОАО «Автостар»; видеоролик 1.2.10).
21. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2); тампонаж скважины (видеоролик 3.1.1).

22. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): техника безопасности ([видеоролик 3.1.2](#)).

23. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): смена бурового снаряда ([видеоролик 3.1.3](#)).

24. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): обсадные трубы ([видеоролик 3.1.4](#)).

25. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): вид площадки и процесс подъема бурового снаряда ([видеоролик 3.1.5](#)).

26. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): керна нет – пустая колонковая труба ([видеоролик 3.1.6](#)).

27. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 1: неверовские<sup>1</sup> глины C<sub>3</sub>k пv ([видеоролик 3.1.7](#)).

28. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 2 ([видеоролик 3.1.8](#)).

29. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 3. Сухие четвертичные песчанистые грунты ([видеоролик 3.1.9](#)).

30. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 3. Влажные и водонасыщенные четвертичные песчано-дисперсные грунты ([видеоролик 3.1.10](#)).

31. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 3. Водонасыщенные четвертичные песчано-дисперсные грунты ([видеоролик 3.1.11](#)).

32. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): подъем колонковой трубы и выход керна – 4. Юрские глины ([видеоролик 3.1.12](#)).

33. Бурение на площадке инженерных изысканий (ул. Кульнева, 2): работа в стесненных условиях ([видеоролик 3.1.13](#)).

34. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): вид площадки ([видеоролик 3.1.14](#)).

35. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): разрез верхнекаменноугольных отложений<sup>1</sup> – перхуровские известняки, неверовские глины, ратмировские известняки, воскресенские глины ([видеоролик 3.1.15](#)).

36. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): вид площадки и разрез верхнекаменноугольных отложений – перху-

<sup>1</sup> Стратиграфическое расчленение дано согласно «старой» схеме РМСК.

ровские известняки, неверовские глины, ратмировские известняки, воскресенские глины ([видеоролик 3.1.16](#)).

37. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): разрез верхнекаменноугольных отложений<sup>1</sup> – перхуровские известняки ([видеоролик 3.1.17](#)).

38. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): вид площадки и разрез верхнекаменноугольных отложений<sup>1</sup> – неверовские глины ([видеоролик 3.1.18](#)).

39. Бурение на площадке инженерных изысканий (Берсенеvская наб., вл. 6): вид площадки и разрез верхнекаменноугольных отложений<sup>1</sup> – ратмировские известняки ([видеоролик 3.1.19](#)).

40. Трасса Адлер – Красная Поляна (СК «Мост»; [видеоролик 3.2.1](#)).

41. Трасса Адлер – Альпика-Сервис-1 (ОАО «РЖД»; [видеоролик 3.2.2](#)).

42. Трасса Адлер – Альпика-Сервис-2 (ОАО «РЖД»; [видеоролик 3.2.3](#)).

43. Новый аэропорт г. Адлер («Администрация Гражданских аэропортов»; [видеоролик 3.2.4](#)).

44. Порт г. Сочи («Морстройтехнология»; [видеоролик 3.2.5](#)).

45. Разрушение мола строящегося олимпийского порта г. Сочи по Голубой улице во время шторма 14.12.2009 г. ([видеоролик 3.2.6](#)).

**Авторское право:** видеоролики 1-17, 20, 40-45 взяты с ресурса [www.youtube.com](http://www.youtube.com). Видеоматериалы давно размещены на ресурсе и не заблокированы, что означает, что их использование не нарушает ничьих авторских прав (согласно правилам ресурса). Прочие видеоролики являются авторскими и принадлежат Р.Р. Габдуллину (МГУ).

## Список презентаций

### *Основные*

В1 «Введение»

В2 «Только факты»

Г1 «Глава 1»

Г2 «Глава 2»

Г3 «Глава 3»

### *Приложения*

П1 – скважина 1 (2-ая Магистральная ул.)

---

<sup>1</sup> Стратиграфическое расчленение дано согласно «старой» схеме РМСК.

- П2 – скважина 2 (Зорге ул., 9)
- П3 – скважина 3 (Зорге ул., 9)
- П4 – скважина 4 (Зорге ул., 9)
- П5 – скважина 6 (Зорге ул., 9)

*Дополнительные*

- Д1 «Строение Земли»
- Д2 «Документы геологической летописи»
- Д3 «Великие оледенения в истории Земли»
- Д4 «Основные этапы в развитии органического мира»
- Д5 «Методика изучения керна и скважин с позиции прикладной стратиграфии»
- Д6 «Связь секвентной стратиграфии с биостратиграфией»
- Д7 «Семинар-практикум по биостратиграфии»

### **Список графических электронных иллюстраций**

Эл. илл. 1. Геологическая карта западной части южного склона Большого Кавказа масштаба 1:50000.

Эл. илл. 2. Международная стратиграфическая шкала.

Эл. илл. 3. Геологическая карта дочетвертичных отложений территории Московской области ([www.vsegei.ru](http://www.vsegei.ru)).

Эл. илл. 4. Геологическая карта четвертичных отложений территории Московской области ([www.vsegei.ru](http://www.vsegei.ru)).

Эл. илл. 5. Геологическая карта четвертичных отложений территории Московской области ([www.vsegei.ru](http://www.vsegei.ru)).

Эл. илл. 6. Сводный разрез Подмосковья.

Эл. илл. 7. Литолого-стратиграфическая колонка скважины № 1, пробуренной на Теплостанской возвышенности. Описание А.Г. Олферьева (ПИН РАН) предоставлено А.С. Алексеевым (МГУ). Компьютерная графика – Н.В. Бадулина (МГУ).

Эл. илл. 8. Геологические разрезы г. Москвы. Составил Р.Р. Габдуллин. Компьютерная графика – А. Бабанова (МГУ). Стратиграфическое расчленение произведено согласно «старой» схеме РМСК.

Эл. илл. 9. Геологический разрез г. Москвы (Карамышевская набережная – Щукино – ТТК). Составил Р.Р. Габдуллин. Компьютерная графика – А. Бабанова (МГУ). Стратиграфическое расчленение согласно «старой» схеме РМСК.

Эл. илл. 10. Геологические разрезы площадки изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9).

Эл. илл. 11. Геологические разрезы площадки изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9).

Эл. илл. 12. Геологические разрезы площадки изысканий (г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, 9).

Эл. илл. 13. Геологическая карта Большого Кавказа ([www.grinikkos.com](http://www.grinikkos.com)).

Эл. илл. 14. Типовой геологический разрез через Большой Кавказ.

Эл. илл. 15. Сейсмогеологический разрез района Кепши в долине р. Мзымты. Составила Е.А.Кошкина (МГУ) по данным ООО «Геотех».

Эл. илл. 16. Карта опасности подтопления территории Саратова. Прямоугольником обозначены участки инженерно-геологических исследований в долине Глебучева оврага (Иванов и др., 2007).

## Список литературы

### *Основная*

Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. – М.: Макс-Пресс, 2008. 113 с.

Геофизика. – М.: Книжный дом «Университет», 2007. 320 с.

Горбачев Ю.И. Геофизические исследования скважин. – М.: Недра, 1990. 398 с.

Историческая геология с основами палеонтологии. – Л.: Недра, 1985. 424 с.

Конценебин Ю.П., Шигаев Ю.Г., Иванов А.В., Шестаков Э.С. Введение в геофизику. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 264 с.

Лашин А.С., Иванов А.В. Учебное пособие по курсу «Геология четвертичных отложений». – Саратов: Научная книга, 2004. 151 с.

Очев В.Г., Иванов А.В., Кухтинов Д.А. Материалы к лабораторным занятиям по методам исторической геологии. – Саратов: Научная книга, 2001. 68 с.

Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология. – М.: Изд-во МГУ, 1997. 448 с.

Хмелевской В.К. Геофизические методы исследования земной коры. Кн. 1. Методы прикладной и скважинной геофизики. – Дубна: Изд-во Межд. ун-та природы, общества и человека, 1997. 275 с.

### *Дополнительная*

Алексеев А.С., Горева Н.В., Реймерс А.Н. Новая местная схема стратиграфического расчленения касимовского яруса верхнего карбона московского региона // Бюллетень РМСК по центру и югу Русской платформы. – М.: РАН, 2009. Вып. 4. С. 50-59.

Браташова С.А., Иванов А.В. Антропогенные пещеры. Проблемы спелеологии на примере Саратовского края. – М.: Макс-Пресс, 2007. 220 с.

Габдуллин Р.Р., Иванов А.В. Ритмичность карбонатных толщ. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2002. 52 с.

Габдуллин Р.Р., Иванов А.В., Кошелев А.В., Копаевич Л.Ф. Тренинг по секвентной стратиграфии. – М.: Изд-во МГУ, 2010.

Габдуллин Р.Р., Иванов А.В., Щербинина Е.А., Зеркаль О.В., Самарин Е.Н., Гагина А.А., Козлова Г.К., Кошкина Е.А., Надежкин Д.В. Секвентно-стратиграфический анализ аптских отложений в долине р. Мзымта // Вестник МГУ. Серия 4. Геол. 2011. № 6. С. 18-27.

Гайнанов В.Г. Сейсморазведка. – М.: Изд-во МГУ, 2006. 149 с.

Геология СССР. Т. IX. Северный Кавказ. – М.: Недра, 1968. Ч. 1. 760 с.  
Иванов А.В. Материалы к учебной полевой практике по структурной геологии и геологическому картированию на Саратовском полигоне (для студентов-заочников). – Саратов: Научная книга, 2002. 64 с.

Иванов А.В. Система геоэкологических опасностей в крупных городах Нижнего Поволжья // Проблемы региональной экологии. 2008. № 4. С. 189-192.

Иванов А.В., Макаров В.З., Чумаченко А.Н. и др. Саратовский научно-образовательный геоэкологический полигон / под ред. А.В. Иванова, В.З. Макарова, А.Н. Чумаченко. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. 286 с.

Иванов А.В., Молоствовский Э.А. Комплексный анализ геоэкологических проблем в городах Среднего и Нижнего Поволжья: состояние и перспективы исследований // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 2. С. 45-57.

Иванов А.В., Яшков И.А. Экологические опасности Саратовского Поволжья: Интерактивный атлас Саратова и области. – М.: Макс-Пресс, 2007.

Кузин А.Г., Иванов А.В. К разработке алгоритма оценки потенциальной оползневой опасности урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии. 2007. № 4. С. 50-54.

Кузин А.Г., Иванов А.В. Оползни как одна из причин формирования урбонекрозов (на примере городских систем Саратовского Поволжья) // Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Саратов: Изд-во СГТУ, 2010. С. 48-50.

Кузин А.Г., Федорова С.В., Иванов А.В. К вопросу о связи цикличности оползневых событий с атмосферными процессами и сейсмичностью // Проблемы синергетики и коэволюции геосфер: материалы Всерос. науч. симпозиума. – Саратов: Изд-во СИ РГТЭУ, 2008. С. 157-161.

Москва. Геология и город. – М.: Московские учебники и картолитография, 1997. 400 с.

Панов Д.И., Ломизе М.Г. Ранняя и средняя юра Большого Кавказа // Большой Кавказ в альпийскую эпоху. – М.: ГЕОС, 2007. Гл. 2. С. 39-110.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. Вып. 38. 131 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. Вып. 33. 56 с.

Решения Межведомственного регионального совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы. Ленинград, 1988 г. / Под ред. А.Х. Кагарманова, Л.М. Донаковой. – Л., 1990.

Саратов: комплексный геоэкологический анализ / С.А. Артемьев, В.Н. Еремин, А.В. Иванов и др. / под ред. А.В. Иванова. – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2003. 248 с.

Смилевцев О.Д., Иванов А.В., Одинокоев А.С., Митрофанов А.А., Кузин А.Г. Применение геофизических методов для решения эколого-геологических задач при строительстве и реконструкции технических сооружений // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007. № 1 (22). Вып. 2. С. 53-63.

Смилевцев О.Д., Хаюк Н.В., Кравцова В.А., Волкова Е.Н., Иванов А.В., Кузин А.Г. Исследование оползневых процессов на территории Смирновского ущелья Саратова и меры борьбы с ними // Недра Поволжья и Прикаспия. 2007. Вып. 52. С. 49-62.

Смилевцев О.Д., Хаюк Н.В., Одинокоев А.С., Митрофанов А.А., Иванов А.В., Кузин А.Г. Исследование оползневых процессов на территории Саратова и меры борьбы с ними // Недра Поволжья и Прикаспия. 2007. Вып. 50. С. 80-88.

Смилевцев О.Д., Шешнёв А.С., Иванов А.В., Яшков А.В., Добролюбова Н.В. Эколого-геофизические исследования антропогенных отложений (на примере долины Глубучева оврага, Саратов) // Недра Поволжья и Прикаспия. 2010. Вып. 63. С. 42-45.

Смилевцев О.Д., Шешнев А.С., Яшков И.А., Иванов А.В., Сельцер В.Б. Комплексные эколого-геологические исследования модельного полигона в поселке Поливановка (г. Саратов) // Проблемы геологии, геоэкологии и рационального природопользования: сб. ст. к 80-летию со дня рождения профессора Э.А. Молоствовского. Т. 1. Геоэкология как междисциплинарная наука / под ред. А.В. Иванова, М.В. Решетникова. – Саратов: Изд-во СГТУ, 2011. С. 81-94.

Средний карбон Московской синеклизы. Т. 1. Стратиграфия. – М.: Палеонтологический институт РАН, 2001. 244 с.

Федорова С.В., Кузин А.Г., Иванов А.В. Некоторые особенности оползневых процессов на склонах центральной части Лысогорского массива (Саратов) // Недра Поволжья и Прикаспия. 2007. Вып. 49. С. 59-65.

Bassinot, Franck C; Labeyrie, Laurent D; Vincent, Edith; Quidelleur, Xavier; Shackleton, Nicholas J; Lancelot, Yves (1994): The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal. *Earth and Planetary Science Letters*, 126(1–3).– P. 91–108.

Gradstein, F.M., J.G. Ogg, A. Smith et al., 2004. *Geologic Timescale 2004*. Cambridge University Press. – 589 p.

### *Фондовые отчеты*

Зеркаль О.В. «Специальное инженерно-геологическое обследование и оценка устойчивости оползневых массивов на участке северных порталов комплекса тоннелей № 3 проектируемых совмещенной (автомобильной и железной) дороги «Адлер – Альпика-Сервис». Отчет по теме. М.: Мосгипротранс, 2009.

Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства зданий и сооружений высотного жилого здания (блоки 1 и 2) с подземным паркингом по адресу: г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, д. 61, корп. 2; д. 65, корп. 2 (Стадия – рабочая документация). Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства зданий и сооружений высотного жилого здания с подземным паркингом по адресу: г. Москва, СЗАО, ул. Авиационная, вл. 77, корп. 6 (Стадия – рабочая документация). Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства оптово-распределительного центра с автостоянкой по адресу: г. Москва, ЮЗАО, Щербинка, Коммунальная зона (Стадия – рабочая документация). Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания по адресу: ул. Зорге, вл. 9. Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания по адресу: г. Москва, СЗАО, пересечение Звенигородского проспекта, вл. 5 и 3-го Силикатного проезда. Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания по адресу: г. Москва, ЗАО, Кутузовский проспект, вл. 16 (территория завода «Филикровля»). Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2008.

Инженерно-геологические изыскания под дошкольное общеобразовательное учреждение (ДОУ на 125 мест серии И-1194) по адресу: г. Москва, ЮЗАО, ул. Генерала Тюленева, вл. 4. Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2010.

Инженерно-геологические изыскания под физкультурно-оздоровительный комплекс по адресу: г. Москва, ВАО, ул. Миллионная, вл. 15. Технический отчет. – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», 2010.

Отчет об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства и реконструкции объекта по адресу: г. Москва, ЦАО, Берсеневская набережная, владение 6 (договор 82/КО – 2006 от 21.11.06 г. Стадия – рабочая документация). – М.: ООО «Центр геодинамических исследований», ООО «ВестСтрой-Центр», 2007.

Отчет об инженерно-геологических изысканиях на площадке строительства физкультурно-оздоровительного комплекса по адресу: г. Москва, ЮАО, ул. Чертановская, вл. 59А. – М.: ООО «ГеоИнжСервис», 2008.

Отчет о сейсмоакустических исследованиях на акватории реки Москвы от Южного порта до п. Беседы (июнь 2004). – М., МГУ (кафедра сейсмометрии и геоакустики), 2004.

Оценка эколого-геологического состояния территории долины Глебучева оврага г. Саратова, разработка картографической модели и экономические оценки. Отчет о научно-исследовательской работе / А.Н. Маликов, А.В. Иванов, М.В. Решетников, А.С. Шешнев, И.А. Яшков и др. – Саратов: НП «Поволжский торговый альянс», 2008.

Совмещенная (автомобильная и железная) дорога Адлер – горноклиматический курорт «Альпика-Сервис» (проектные и изыскательские работы, строительство)». Геофизические работы. Сейсмический каротаж скважин. Участок: «Адлер – Альпика-Сервис. Оползневой участок в районе северных порталов комплекса тоннелей № 3. Технический отчет. ООО «НИИ ГЕОТЕХ», 2009.

## Благодарности

Авторы глубоко признательны коллегам, оказывавшим консультативную, организационную и техническую помощь на разных стадиях работы над пособием.



**Александр Сергеевич Алексеев**  
Д.г.-м.н., профессор  
кафедры палеонтологии геологического  
факультета МГУ



**Андрей Клемович Вайтекунас**  
Заместитель директора ООО «ЦГИ»,  
выпускник геологического факультета МГУ



**Евгений Арнольдovich Вознесенский**  
Заместитель декана геологического  
факультета МГУ, д.г.-м.н., профессор кафедры  
инженерной и экологической геологии



**Татьяна Юрьевна Ефремова**  
Документовед кафедры геоэкологии  
и инженерной геологии СГТУ

**Юрий Николаевич Короновский**  
Геолог ООО «ЦГИ», выпускник  
геологического факультета МГУ



**Алена Васильевна Малых**  
Студентка геологического факультета МГУ

**Анатолий Михайлович Никишин**  
Заведующий кафедрой региональной геологии  
и истории Земли, д.г.-м.н., профессор кафедры  
региональной геологии и истории Земли МГУ



**Виктор Затеевич Попов**  
Главный инженер ООО «ЦГИ»



**Олег Анатольевич Савич**

Технический директор ООО «ЦГИ», выпускник геологического факультета МГУ



**Евгений Николаевич Самарин**

К.г.-м. н., доцент кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ



**Алина Арсеновна Саурова**

Временный сотрудник ООО «ЦГИ», выпускник геологического факультета МГУ



**Борис Александрович Слепов**

Геолог ООО «ЦГИ», выпускник геологического факультета МГУ

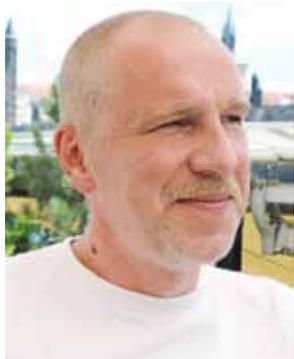


**Олег Демьянович Смилевец**

д.г.-м.н., профессор кафедры геоэкологии и инженерной геологии СГТУ

**Павел Юрьевич Степанов**

Заместитель декана геологического факультета  
МГУ, к.ф.-м.н., доцент, кафедры сейсмометрии  
и геоакустики



**Игорь Витальевич Уткин**

Директор ООО «ЦГИ»

**Елена Витальевна Федосеева**

Временный сотрудник ООО «ЦГИ», выпускник  
геологического факультета МГУ



**Иван Александрович Яшков**

К.г.н., зам. декана факультета экологии  
и сервиса, заведующий лабораторией  
инженерной геоэкологии, доцент кафедры  
геоэкологии и инженерной геологии СГТУ

Авторы выражают благодарность геологам ООО «Институт Гидропроект»: Игорю Николаевичу Бутрякову и Владиславу Павловичу Елкину за наставления на «путь истинный». Также авторы глубоко признательны следующим студентам геологического факультета МГУ за техническую помощь: С.С. Акоповой, Е.Р. Ахияровой, М.К. Багулиной, Н.А. Галаганову, Т.В. Гальяновой, Ю.В. Гергесовой, М.А. Дегтяренко, А.В. Журиной, Л.Ф. Исламовой, О.С. Кравченко, В.В. Курмаевой, Д.А. Логиновой, А.В. Ольшевской, М.А. Омелянюк, А.Д. Сафиуллиной, Я.В. Сорокоумовой, А.В. Стрекаловой, Д.Ф. Хынку.

*Учебное издание*

ГАБДУЛЛИН Руслан Рустемович  
ИВАНОВ Алексей Викторович

ПРИКЛАДНАЯ СТРАТИГРАФИЯ  
В ИНЖЕНЕРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Учебное пособие

Редактор З.И. Шевченко  
Дизайн обложки Ю.Л. Жупиловой  
Верстка Ю.Л. Жупиловой

Подписано в печать 13.06.2013. Формат 60×84 1/16  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 16,04 (17,25). Уч.-изд. л. 16,0. Тираж 600 экз. Заказ 114

Ордена «Знак Почета»  
Издательство Московского университета.  
125009, Москва, ул. Б. Никитская, 5/7. Тел.: 629-50-91.  
Факс: 697-66-71. Тел.: 939-33-23 (отдел реализации)

E-mail: [secretary-msu-press@yandex.ru](mailto:secretary-msu-press@yandex.ru)  
Сайт Издательства МГУ: [www.msu.ru/depts/MSUPubl2005](http://www.msu.ru/depts/MSUPubl2005)  
Интернет-магазин: <http://msupublishing.ru>

Адрес отдела реализации:  
Москва, ул. Хохлова, 11 (Воробьевы горы, МГУ).  
E-mail: [izd-mgu@yandex.ru](mailto:izd-mgu@yandex.ru). Тел.: (495) 939-34-93

Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77  
Тел. 24-95-70, 99-87-39. E-mail: [izdat@sstu.ru](mailto:izdat@sstu.ru)