

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

Кафедра геологии месторождений полезных ископаемых

Курудимов Иван Саввич

**Геолого-геохимические характеристики ордовикских сланцев
Ленинградской области**

Магистерская диссертация
по направлению 020300 «Геология»

Научный руководитель:
к.г.-м.н., доцент. С. В. Петров
Заведующий кафедрой:
к.г.-м.н., доцент И.А. Алексеев

Санкт-Петербург

2016

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Чем интересны сланцы (литературный очерк).....	5
Глава 2. Методика работы	9
Глава 3. Геологическое строение района	10
3.1. Стратиграфия	10
Архей и нижний протерозой	10
Верхний протерозой	31
Кембрийская система	32
Ордовикская система.....	33
Девонская система	37
Четвертичная система.....	37
3.2. Морфология и литология пласта диктионемовых сланцев	38
3.3. Тектоника и геоморфология.....	45
3.4. Гидрогеология и экология.....	49
3.5. Полезные ископаемые	52
3.5.1. Металлоносность диктионемовых сланцев	53
Глава 4. Геохимические исследования (изучение вещественного состава)...	56
Глава 5. Интерпретация результатов.....	70
Заключение и выводы	71
Список литературы.....	72

Введение

Магистерская диссертация на тему: «Геолого-геохимические характеристики сланцев среднего Ордовика Ленинградской области», написана на основе материалов, отобранных на полевом этапе в 2014-ом году сотрудниками и студентами кафедры ГМП и геохимии Института Наук о Земле СПбГУ, при непосредственном участии автора. А также на основе литературных данных предоставленных научным руководителем.

Актуальность проекта состоит в том, что данный вид работ по исследованию молекулярного состава углеводородов сланцев Лен. Области делается впервые.

- Цель: Исследование фазового состава углеводородных компонентов ордовикских сланцев Ленинградской области
- Задачи:
 1. Анализ результатов, полученных из ресурсного центра методом газовой хроматографии.
 2. Изучение геолого-петрографические особенностей пород изучаемой площади.
 3. Изучение закономерности распределения химических элементов в породах.
 4. Исследование причин наличия и отсутствия органических проявлений в породе.

Методика исследования. Исследование производилось в два этапа: полевой этап и камеральный. На полевом этапе с участием автора был отобран весь каменный материал, а также составлен разрез по отобранным материалам. На камеральном этапе автором производился сбор и ознакомление с литературой по исследуемому объекту, а также с литературой предоставленной научным руководителем. Автором была произведена пробоподготовка отобранных образцов, произведен рентгенфлуоресцентный и газово-хроматографический анализ истертых пород. Во время выполнения работы были использованы программы MS Office, CorelDRAW, Paint, Adobe Photoshop др.

Фактический материал: В работе используется каменный материал, отобранный в поле, картографический материал, а так же литературный материал, предоставленный научным руководителем.

Благодарности. Настоящая работа проводилась под руководством Сергея Викторовича Петрова, внесшего неоценимый вклад в её создание. Также хотелось бы выразить благодарность профессору кафедры геохимии Е.Г. Пановой и сотрудникам ресурсного центра СПбГУ «Методы анализа состава вещества» за помощь в проведении газохроматографического и рентгенфлуоресцентного анализов. Всестороннюю поддержку на всех этапах автору оказали С.В. Петров, Г.Н. Мутавчи (СПбГУ), Н.С. Курудимов (НМСУ “Горный”) и И.С. Фиалковский (НМСУ “Горный”). Автор благодарен за консультации всему профессорско-преподавательскому составу кафедры ГМПИ.

Объект исследований (обозначен красной звездой), Канавка Кастивская-1, пос.Копорье, располагается в Ломоносовский районе, на юго-западе Ленинградской Области, в 12-ти километрах к югу от Копорской губы Финского залива (рис. 1).

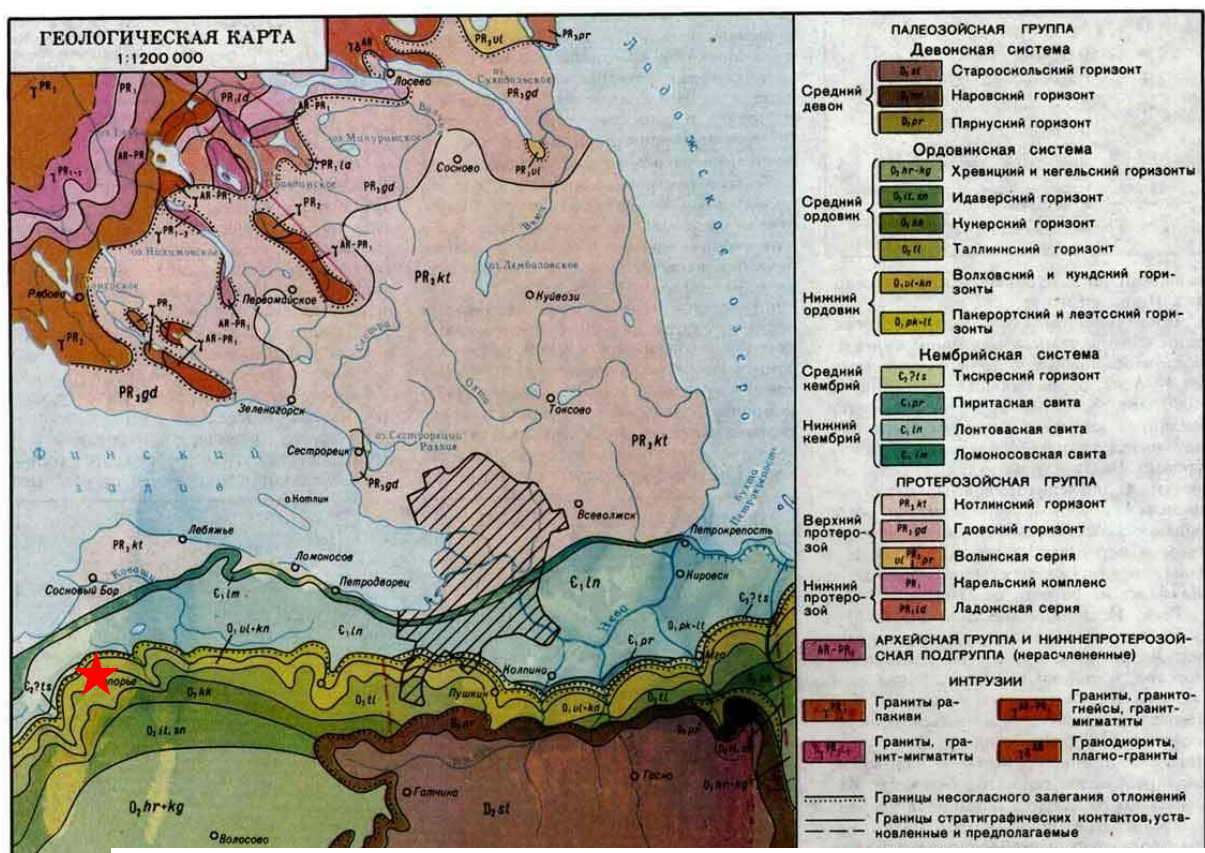


Рис. 1. Геологическая карта Санкт-Петербурга и западной части Ленинградской области (Фиалковский и др., 1999)

Глава 1. Чем интересны сланцы (литературный очерк)

1.1 Что такое сланец

Сланец — это горная порода с слоистым (параллельным) расположением сростаний низко- или среднетемпературных минералов (хлорит, серицит, серпентин актинолит, серицит, серпентин, мусковит, альбит, кварц, ставролит, эпидот), которые входят в его состав; также в минералах часто сохраняются реликтовые структуры.

Кроме химического состава пород на парагенезис минералов в сланцах, еще очень влияет глубина, происхождения данного процесса, т.е. — термодинамические условия. Сланцы относят к терригенным или к метаморфическим горным породам. Он может относиться к самым разным с точки зрения состава складчатым породам (<https://ru.wikipedia.org>).

1.2 Какие виды сланцев существуют

Биохимические ГП, кремнистые породы.

Сюда входят породы осадочного происхождения, которые в основном состоят из минералов кремнезема: халцедона, опала, , реже ещё и кварца. Кроме этого, кремнистые сланцы также относят в эту группу.

Кремнистый сланец

Назван из-за состава и текстуры.

Характерными признаками являются: скрытокристаллическая структура, сланцеватая и слоистая, Текстура. По твердости, прочности, минеральному составу, характеру излома и блеску походит на яшму. Свойственной чертой кремнистых сланцев является плитчатая отдельность. При отсутствии примесей, цвет - светло-серый, белый, голубоватый; из-за примеси углистого вещества — от темно-серого до черного. Наличие карбонатных минералов можно выявить по реакции с HCl; присутствие глинистых минералов в составе породы снижает прочность и твердость.

Условия, при которых образуется и находится. Залегают слоями выдержанной мощности и протяженностью огромной по простиранию, которые часто чередуются с эффузивными или разнообразными (преимущественно карбонатными) породами осадочного происхождения. Образуется схоже с яшмой. Распространен достаточно широко.

Диагностика. Обладает сланцеватостью и более четко выраженной тонкой слоистостью и плитчатой отдельностью в отличие от яшм. Яркие и пестрые окраски для кремнистых сланцев не характерны, в отличие от яшм.

Практическое значение. Часто заменяет кремнез в шаровых мельницах.

Метаморфические ГП, зеленокаменная порода, зеленый сланец

Назван по причине цвета.

Свойственные признаки. Тонкозернистая до среднезернистой структура, волокнистая, скрыто чешуйчатая, периодически бластопорфировая (реликтовая порфировая). Текстура зеленокаменной породы — массивная, однородная, часто пятнистая, участковая; зеленого же сланца — полосчатая и сланцеватая. Основные минералы: кварц, хлорит, альбит, эпидот, актинолит, частично тальк, карбонаты (среди которых: анкерит, сидерит, кальцит, доломит,) и др.— в различных сочетаниях; второстепенные — гранат, магнетит, и др. По причине незначительных размеров выделений минералы трудно различаются невооруженным глазом. Породы каменные, крепкие. Твердость низкая или средняя. Цвет темно-зеленый, буровато-зеленый, серо-зеленый и т. п. Блеск шелковистый или матовый. Зеленым сланцы часто можно отличить по плитчатой и линзовидно-плитчатой структуре.

Существующие виды: пропилит — зеленокаменная порода. Массивная, но не сланцеватая ГП, часто с реликтовой порфировой структурой. От типичных зеленокаменных пород отличить сложно, если лишь по наличию в составе пропилита адуляра и цеолитов. Свойственна рассеянная вкрапленность пирита. Ещё одна разновидность зеленых сланцев - порфиритоид. Порода с реликтовой порфировой структурой, сланцеватая. Состав породы часто с примесями кальцита. Минералы порфировых вкрапленников: плагиоклаз, частично или полностью замещенный агрегатом эпидота-цоизита, кальцита, серицита и других, периодически роговая обманка и пироксен, в разной степени замещенные хлоритом, актинолитом и эпидотом. Вкрапленники направлены параллельно направлению сланцеватости.

Образование и нахождение. Залегают в виде массивных слоистых толщ, развитых на больших площадях. Зеленые сланцы часто перемежаются с зеленокаменными породами, порфиритоидами, порфиридами, филлитами, кварцево-карбонатными, углистыми и другими сланцами. Представляют собой продукты средне- и низкотемпературного метаморфизма средних и основных изверженных (как глубинных, так и особенно излившихся) пород и туфов, в некоторых случаях — ультраосновных пород (хлоритовые и актинолитовые породы и сланцы, связанные с тальково-карбонатными породами и серпентинитами), а также нормально-осадочных глинистых, глинистокремнистых, глинисто-карбонатных и других пород. Распространены почти во всех горных районах нашей страны; наиболее широко — на Дальнем Востоке (Камчатка, Охотское побережье), Сев. Кавказе, Ср. и Ю. Урале, в Сев. и Центр. Казахстане, на Рудном Алтае, в Ср. Азии и т. д. Нередко совместно с филлитами.

Диагностика. Зеленая окраска, невысокая твердость. Слабо или местами реагируют при контакте с HCl.

Практическое значение. К областям развития зеленокаменных пород приурочены различные рудные месторождения: золоторудные и колчеданно-полиметаллические, медно- и серно-колчеданные, жильные золотосеребряные, медные и медно- молибденовые, золото-баритовые, некоторые редкометалльные и прочие. Практическое значение зеленых сланцев такое же, как и филлитов.

Кристаллический сланец

Назван по структурно-текстурным особенностям.

Признаки свойственные кристаллическим сланцам. Обычно структура полнокристаллическая, зернисто-чешуйчатая (гранолепидоблистовая и лепидоблистовая), часто порфиروبластовая. Текстура параллельно-полосчатая либо однородная, но всегда сланцеватая, нередко пloyчатая (гофрированная). Крупные порфиروبластовые выделения минералов периодически огибаются чешуйками слюд. Кристаллическим сланцам свойственно обилие слюд и кварца при отсутствии или крайне низком содержании полевого шпата. Порознь или в сочетаниях могут присутствовать андалузит, дистен, силлиманит, кордиерит, ставролит, гранат, роговая обманка, кальцит, графит и др. Цвет в основном серый, варьирует в широких пределах в зависимости от соотношения светлых (кварца, мусковита, кальцита) и темноцветных (биотита, роговой обманки, графита и др.) минералов. Имеют матовый блеск, чаще сильный, слюдяной (стеклянный). Средняя твердость (заметный след остается от ножа). Свойственна плитчатая или линзовидно-плитчатая отдельность.

Среди породообразующих и второстепенных минералов можно выделить: мусковитовый, биотитовый, двуслюдяной (мусковиго-биотитовый), гранато-биотитовый (-двуслюдяной), андалузито-биотитовый (-двуслюдяной), дистено-биотитовый (-двуслюдяной), ставролитобититовый, силлиманито-биотитовый (нередко -двуслюдяной), а также известковый сланец. Последний обычно состоит из уплощенных зерен кальцита и тонкочешуйчатого графита, незначительной примеси трудно диагностируемых кварца и амфибола если отсутствуют слюды.

Условия при которых происходит образование и залегание. Залегает слоями, нередко переслаиваясь в различные кристаллические сланцы и гнейсы. Образуется при региональном метаморфизме высокой степени, отвечающей альмандин-амфиболитовой и частично гранулитовой (силлиманитовые сланцы) фациям.

Группа фосфоритов, органогенные ГП, сапропелиты

Одним из самых важных в практическом отношении представителей подгруппы сапропелитов можно без сомнений назвать *горючий сланец*.

Горючий сланец

Назван по текстуре и своим горючим характеристикам.

Характерные признаки. Структура тонкозернистая (размер частиц менее 0,01 мм). Текстура сланцеватая, тонкослоистая. По структуре и составу представляет собой породу типа мергеля или аргиллита, пропитанную органическим битуминозным веществом — продуктами разложения ослизненных зеленых и сине-зеленых одноклеточных водорослей, спор и др.

Отличается высоким содержанием водорода (до 7—8%) и летучих веществ (30—70%), представленных углеводородами, углекислым газом, влагой, сероводородом. Цвет светло-каштановый, темно-серый, черный. Твердость средняя и низкая. Свойственна плитчатая отдельность, которая соответствует тонкой слоистости. Легко поджечь при помощи спички. Горит коптящим пламенем, при этом испускает необычный запах, который напоминает битум (жженая резина). Теплотворная способность 2700—3500 ккал/кг.

Условия нахождения и образования горючих сланцев. Залегают слоями, пачками среди пород осадочного происхождения. Имеет сапропелевое происхождение: первоначально морские, лагунные либо озерные осадки, пропитанные органическим веществом. При метаморфизме превращаются в углистые и графитовые сланцы. Месторождения горючих сланцев известны в Эстонской ССР (местное название горючих сланцев — кукерситы), Псковской, Ленинградской и Костромской обл. (Мантуровское м-ние), Иркутском угленосном бассейне (хагарейские сланцы и др.). На долю Эстонии приходится чуть больше половины общих запасов горючих сланцев разведанных в СССР.

Диагностика: Плитчатая отдельность, каштановый или более темный цвет и самое важное — горючие свойства.

Практическое применение. Твердое топливо, но низкого качества из-за высокого (порядка 50%) содержания золы. В качестве топлива используется лишь около половины добываемых горючих сланцев. Зола обладает хорошими вяжущими свойствами и применяется в строительной отрасли. Другая половина общей добычи сланцев перерабатывается и из неё получают бытовой газ, газобензин, технические масла и различные химические продукты такие как смолы, краски, серу, гипосульфит, фенол и прочие. (Здорик Т. Б., Матиас В. В., Тимофеев И. Н., Фельдман Л. Г.; Минералы и горные породы СССР, 1970 г. 439 с.).

Глава 2. Методика работы

В ходе работы проводились следующие исследования и анализы:

- петрографические исследования
- газохроматографический анализ
- рентгенфлуоресцентный анализ
- обработка геохимических данных в программе MS Excel
- построение модели опробования в программе CoRelDRAW

Петрографические исследования проводились путём изучения работ, проведённых ранее на данном участке. Результатом петрографических исследований стало можно считать выделение ведущих рудных минералов.

Газохроматографические исследования проводились в ресурсном центре СПбГУ Хроматомасс-спектрометром GCMS-QP2010Ultra. Всего было исследовано более 20 образцов. По результатам газохроматографических исследований было выявлено более 25 видов углеводородов.

Дополнительно в ходе газохроматографических исследований проводилось подробное изучение каждого из обнаруженных углеводородов.

Рентгенофлуоресцентный анализ также проводился в ресурсном центре СПбГУ в лаборатории «Методы анализа состава вещества» при помощи Энергодисперсионного рентгенфлуоресцентного спектрометра EDX-800P.

Обработка геохимических данных проводилась в программе Microsoft Excel 2013. Для начала исходные данные были сведены в таблицы. Далее проводилась аналитическая работа и интерпретация полученных результатов.

С бумажных носителей перевод в цифровой формат производился с использованием настольного сканера и фотоаппарата. Векторизация карт и схем производилась в программе CoRelDraw X8. Работа с электронными таблицами проводилась в программе Microsoft Excel 2013, а с текстами в программе Microsoft Word 2013.

Глава 3. Геологическое строение района

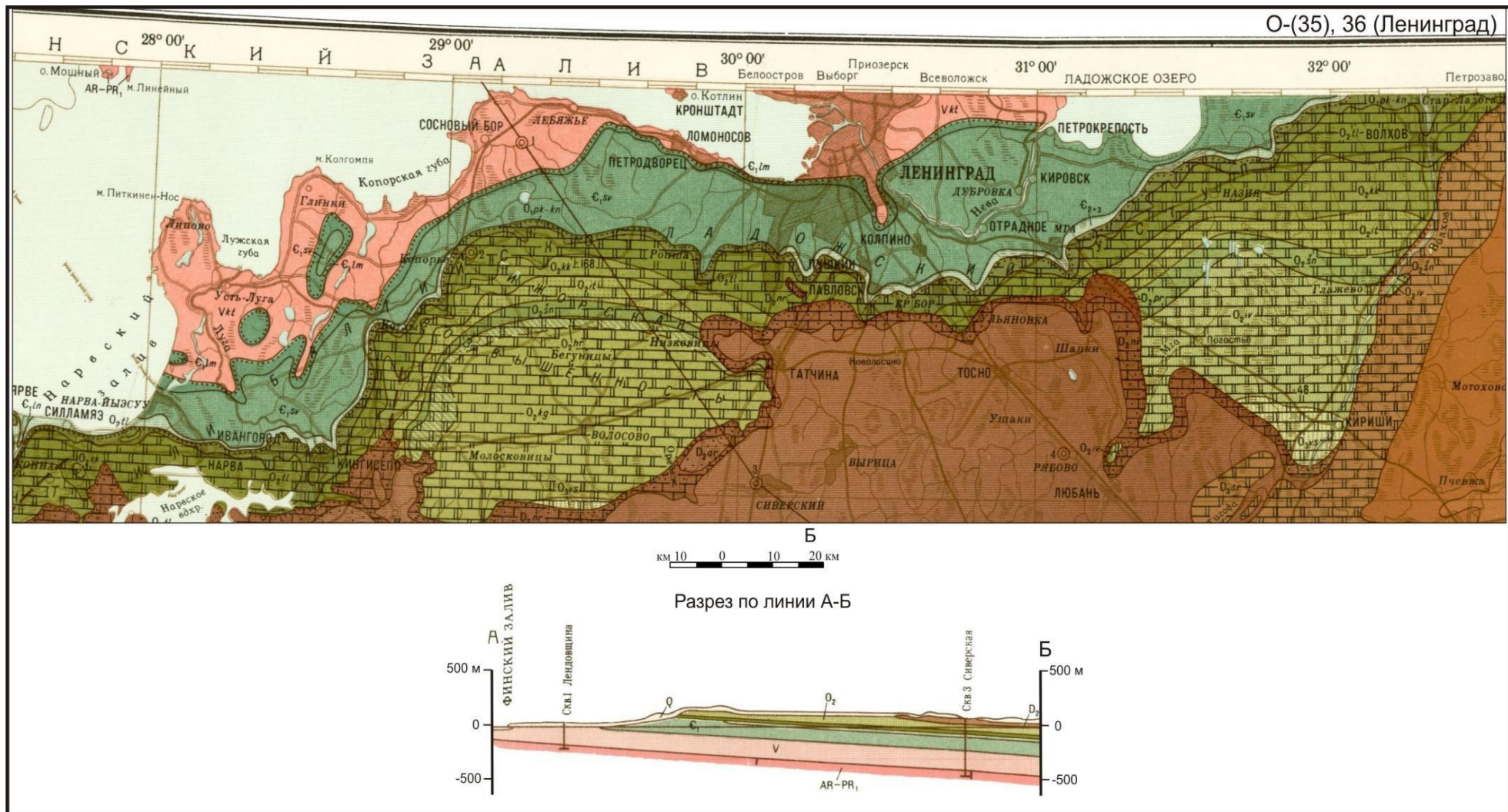
Бассейн диктионемовых сланцев входит в состав венд-палеозойского платформенного чехла и находится на юго-западе и юге Балтийского кристаллического щита.

3.1. Стратиграфия

В формировании данной территории участвовали архейские и нижнепротерозойские образования кристаллического основания, а также вендские и нижнепалеозойские образования платформенного чехла (рис. 3.1- 3.2). Большую площадь листа покрывают четвертичные отложения малой мощности.

Архей и нижний протерозой

Архей. Кристаллические породы условно отнесены к архею на основании их сходства с подобными породами, развитыми в области Балтийского щита. Фундамент погружается на юго-восток под углом около 12°. Породы архея представлены гнейсами, гранитами и, реже, грано-диоритами. Гнейсы биотитовые, роговообманковые, биотитово-хлоритовые. Структура пород в основном гранобластовая или лепидогранобластовая. Полевые шпаты и биотит обычно в той или иной степени хлоритизированы, пелитизированы и серицитизированы, редко встречаются свежие зерна. Граниты лейкократовые, биотитовые, неравномернозернистые. Структура их преимущественно гранитовая и обычно неясновыраженная. Зерна биотита хлоритизированы, а полевого шпата сильно пелитизированы (Балахонова А.С. Рениевое оруденение в диктионемовых сланцах прибалтийского бассейна, 2014 г.).



Масштаб 1:1000 000

Рис. 3.1 Фрагмент геологической карты О-(35), 36 (1989). Условные обозначения см. на рис. 2.3

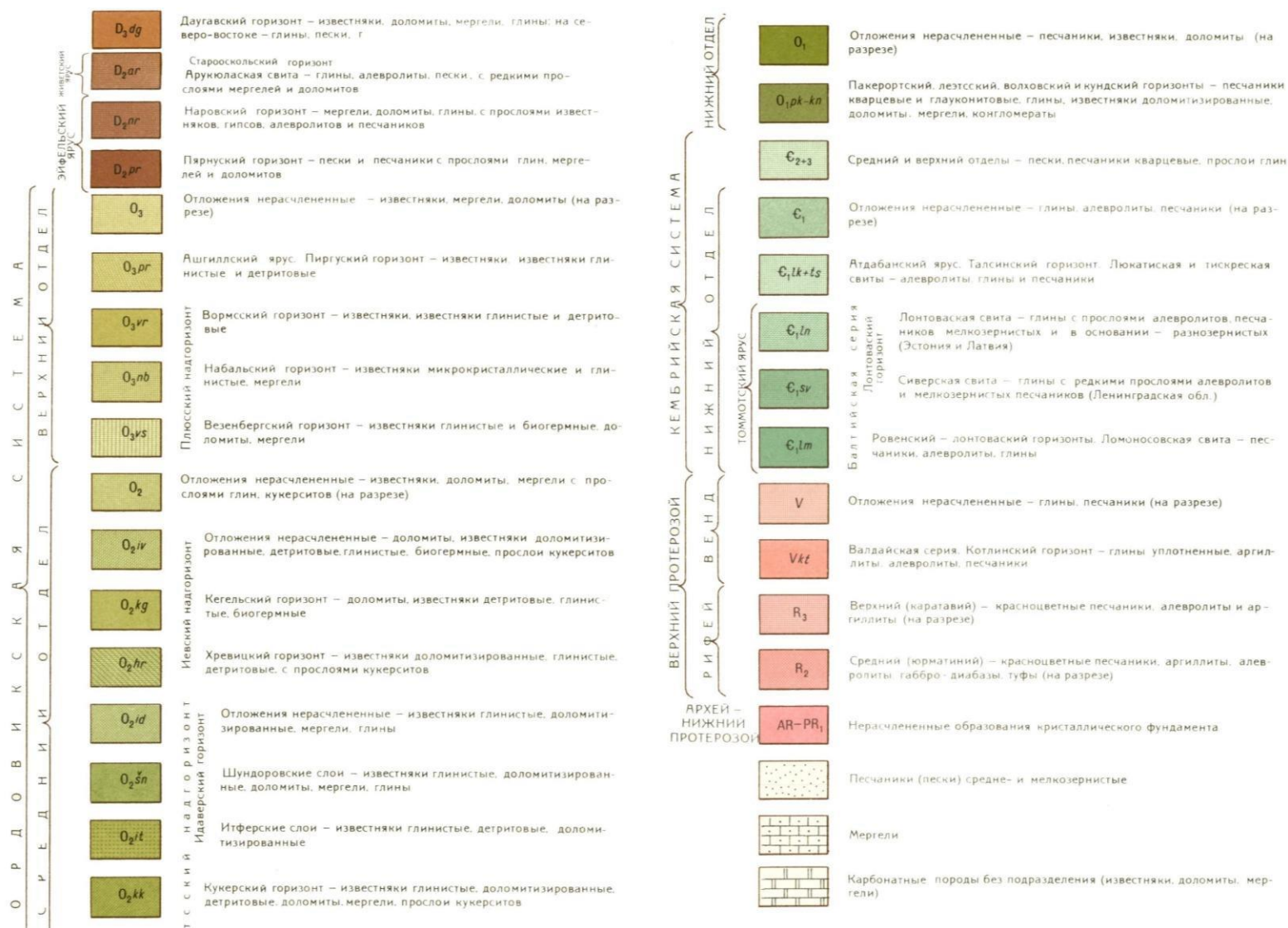


Рис. 2.3 Условные обозначения к рис. 2.2 (Геологическая карта О-(35), 36 (1989))

В верхней части кристаллические породы в значительной степени разрушенные и выветрелые. По причине большой интенсивности и многообразия наложенных процессов (мигматизация, гранитизация, метасоматоз, метаморфизм), местами всецело затушеван первичный облик исходного материала.

Архей- нижний протерозой. Комплекс нерасчлененных метаморфогенных образований (AR-PR₁) известен на южном побережье Финского залива. Представлен высокоглиноземистыми гнейсами с гранатом и биотитовыми гнейсами, кордиеритом и силлиманитом, гиперстеновыми и двупироксеновыми гнейсами, местами превращенными под влиянием процессов метасоматоза в чарнокиты.

Породам характерны также следы процессов магматизма, гранитизации и метасоматоза (щелочного и кварцевого), приводящие в своих крайних проявлениях к превращению материнских пород в чарнокиты и кварциты.

Верхний протерозой

Верхнепротерозойские образования выделены на данной территории в составе венда.

Вендские образования валдайской серии (V) залегают на эродированной поверхности фундамента. Перекрываются несогласно залегающими фаунистически охарактеризованными отложениями кембрия. Мощность венда варьируется от 75- 150 на западе - северо-западе и до 200- 235 м на северо-востоке.

Валдайская серия распространяется на территории повсеместно. В северной части территории валдайские отложения обнажаются под четвертичными образованиями узкой близширотной полосой, южнее погружаются под кембрийские и отложения более молодого возраста. Мощность серии колеблется от 50 - 100 на западе и северо-западе площади.

Валдайская серия соответствует редкинскому и котлинскому двум горизонтам.

Редкинский горизонт очень распространен и выклинивается лишь западнее меридиана Ленинграда. Сложен горизонт песчано-глинистыми породами с гравелитами в основании. Мощность его - от 9 - 75 м. В верхней части разреза периодически встречаются прослойками витрокластических туфов.

Котлинский горизонт (V_{kt}) распространен на территории листа повсеместно. На южном берегу Финского залива он выходит узкой полосой на дочетвертичную поверхность. На остальной площади горизонт погружен под кембрийские и более молодые отложения на глубины от 100- 200 м. Сложен песчаниками, переслаивающимися сверху с алевролитами и глинами (гдовские слои) и породами воронковской свиты.

Кембрийская система

Кембрийские отложения распространены на большей части данной территории, кроме узкой полосы вдоль южного берега Финского залива, где они эродированы в предчетвертичное время. Они залегают несогласно с перерывом на валдайской серии венда и перекрываются также с несогласием ордовикскими породами. Мощность кембрийских отложений составляет порядка 80-90 м.

Нижний отдел. В составе нижнего отдела кембрия выделяют отложения томмотского и атдабанского ярусов.

Томмотский ярус. Балтийская серия - это комплекс морских и прибрежно-морских песчано-глинистых отложений, залегающих трансгрессивно с размывом на котлинском горизонте. В составе балтийской серии выделяются ровенский и лонтоваский горизонты.

Ровенский и лонтоваский горизонты. Нерасчлененные пограничные отложения горизонтов выделяются в ломоносовскую свиту.

Ломоносовская свита (ϵ_{1lm}) выходит на дочетвертичную поверхность узкой полосой вдоль южного берега Финского залива, юга Ленинграда и на восток к Ладожскому озеру. Представлена свита кварцевыми песчаниками, которые переслаиваются с алевролитами, алевролитами и глинами с преобладающей зеленовато-серой окраской.

Лонтоваский горизонт представлен сиверской (ϵ_{1sv}) и лонтоваской свитами. Распространен шире ровенского и представлен большей частью выдержанной толщей зеленовато-серых глин с песчаниками и алевролитами в основании и чаще всего трансгрессивно залегают на ровенских отложениях. и Атдабанскому ярусу на данной территории соответствует талсинский горизонт региональной стратиграфической таблицы.

Средний отдел. Среднекембрийские отложения очень распространены на практически всей описываемой территории, за исключением западной окраины Ленинградской области, представленной саблинской свитой (ϵ_{sb}). Майского яруса.

Свита сложена кварцевыми в отдельных прослоях полевошпатово-кварцевыми, мелкозернистыми, косо- и горизонтально-слоистыми уплотненными песками, местами с линзами кремнистых и карбонатных песчаников. Периодически, в низах разреза, присутствуют маломощные (1-2, редко 10-15 см) линзовидные прослои алевролитов и глин.

Верхний отдел. Верхнекембрийские отложения распространены практически на всей территории и выклиниваются на северо-западе ЛО. Верхнекембрийские отложения представлены ладожской свитой (ϵ_{ld}).

Ладожская свита распространена в приглинтовой полосе от р. Ижора на западе до р. Сясь на востоке. Залегают свита с размывом на саблинской и с размывом же перекрывается оболовыми песчаниками пакерортского горизонта. Границы свиты отчетливо маркируются более грубозернистыми песчаниками в основании, как ладожской свиты, так и пакерортского горизонта.

В основании свита содержит фосфатные стяжения. В основном пески и песчаники преобладают в разрезе свиты, с обломками и створками беззамковых брахиопод. Глины и глинистые алевролиты зачастую переслаиваются с более светлыми песчаниками.

Отложения среднего и верхнего кембрия (ϵ_{2+3}) объединены на карте из-за небольших мощностей. Они сложены близкими по составу песчаными породами, охарактеризованными при рассмотрении отложений среднего и верхнего кембрия.

Ордовикская система

Отложения ордовика также распространены на большей части описываемой местности и представлены нижним, средним и верхним отделами. Северная граница распространения ордовика ограничена линией Балтийско-Ладожского глинта, а южная из-за малого количества глубоких скважин пока неизучена. На сегодняшний день она проводится ориентировочно от юго-западной границы Псковской области с республикой Беларусь в общем ВСВ направлении несколько севернее городов Невель, Великие Луки, Торопец и др.

Отложения выходят на дочетвертичную поверхность на Ордовикском плато вблизи глинта, где обнажаются по рекам. На остальной площади они вскрываются искусственными выработками и скважинами.

Общее простирание ордовикских отложений почти широтное, падение на юг - юго-восток под углом 10- 15°, мощность варьируется от 110 - до 310 м. Повсеместно ордовикские отложения залегают трансгрессивно с неравномерным стратиграфическим перерывом на породах кембрия. Когда залегание на верхнем кембрии наблюдается незначительный перерыв в осадконакоплении и граница установить очень сложно. Отложения преимущественно перекрываются породами наровского горизонта среднего девона, на некоторой площади - отложениями четвертичного возраста.

Нижний отдел. В нижнем ордовике выделяются четыре горизонта: пакерортский, леэтский, Волховский и Кундский (O_{1pk}- kn). Два последних объединяются в онтикский надгоризонт. Пакерортский и леэтский горизонты относятся к тремадокскому ярусу, Волховский — сопоставляется с аренигским, Кундский - с нижней частью лланвирского.

Нижнеордовикские отложения встречаются по всей области распространения ордовика и залегают на размытой поверхности всех отделов кембрия. Граница со средним ордовиком обычно выражена неотчетливо и определяется по фауне. Полная мощность отложений составляет 12-30. Из-за малой мощности горизонтов на геологической карте они объединены.

Тремадокский ярус. *Пакерортский* и лезтский горизонты. В состав пакерортского горизонта включены Тосненская (O_{1ts}) и копорская (O_{1kp}) свиты. Отложения горизонта распространены почти повсеместно, отсутствуют в юго-западной части Ленинградской области (скв. в дер. Красные Горы). В приглинтовой полосе, их мощность не превышает 10 м.

Тосненская свита (O_{1ts}) представлена средне - мелкозернистыми светло-коричневыми кварцевыми косослоистыми песками, в подошве с «карманами», глубиной до 10 см, заполненными фосфатными гальками и оболочевым детритом. В разрезе наблюдаются детрит и раковины беззамковых брахиопод *Obolus apollinis* Eichw, *Schmidtites celatus* (Volb.) и др., а также конодонты *Cordylodus proavus* Müll (<http://vsegei.ru>)

В отдельных разрезах скважин в основании свиты наблюдается слой оболочкового концентрата, мощностью до 0,4 м с содержанием P₂O₅ до 16 – 18 % (Молосковицкая площадь). Присутствие в основании разреза гравийных зерен кварца и мелкой гальки алевролитов характерно для большинства пройденных скважин. В пределах Ярославско-Балтийской синеклизы границы свиты требуют уточнения (Государственная геологическая карта РФ, 2012).

Для всей свиты наиболее часты и типичны органические остатки: брахиоподы *Helmersenella ladogensis* (Jer.), *Obolus apollinis* Eichw., конодонты – *Cordylodus proavus* Müll., *C. oklahomensis* Müll., *C. lindstroemi* Druce et Jon., *C. rotundatus* Pand., *C. intermedius* Furn., *Oneatodus altus* Viira и др., разнообразные комплексы акритарх, а в верхах разреза – граптолиты. Характерны также субвертикальные норки жилища *Skolithus*.

В приглинтовой части и на Ижорской возвышенности выявлены месторождения и перспективные участки ракушечных фосфоритов (в основном, створки раковин беззамковых брахиопод рода *Obolus*).

В стратотипическом обнажении свита залегает с размывом на отложениях ладожской свиты верхнего кембрия, в 15,5 м выше кровли «синих» глин. Мощность свиты в среднем 2,5-3 м, редко больше (до 5 м).

Верхняя граница свиты отчетливая, местами с плохо выраженными следами размыва. Периодически наблюдается перерыв между тосненской и копорской свитами, выражающийся в выпадении верхней части тосненской свиты (к востоку от дер. Гостилицы на р. Тосна) и появлении в ее кровле железистой «корки».

Копорская свита (О1кр). Нижняя часть разреза мощностью обычно не более 0,5 м, редко до 0,75 м, сложена переслаивающимися мелкозернистыми песчаниками и почти черными керогенистыми аргиллитами, мощностью по 2-15 см. Местами аргиллиты замещаются сланцеватыми битуминозными глинами, включающими остатки граптолитов. В песчаных прослоях наблюдается редкий детрит беззамковых брахиопод. Верхняя, основная, часть разреза сложена сланцеватыми (мелкоплитчатыми) керогенистыми черными плотными аргиллитами (диктионемовыми) с рассеянными конкрециями антраконит, диаметром до 10 см коричневатого-белого цвета. Значительную часть органического материала составляют обрывки рабдосом граптолитов, в основном неопределимых. Количество керогенистого материала составляет 12-20 %, в нем часто наблюдается примесь кристаллов марказита и содержится повышенное количество малых элементов – молибдена, ванадия, никеля, хрома и др., а также радиоактивных минералов и благородных металлов (сотые доли процента, изредка больше).

Наряду с конодонтами зоны *Cordylodus angulatus* - *C. rotundus* характерными для свиты являются граптолиты *Rhabdinopora desmograptoides*, *R. multithecata*, *R. rossica*, *R. bryograptoides* и др. представители семейства *Dendrograptidae*. Ввиду трудности определения обрывков граптолитов до вида их видовые и родовые названия периодически переопределяются различными исследователями. Средняя мощность свиты составляет 2,5-3 м и достигает вблизи глинта 8 м.

Лезтский горизонт. Отложения горизонта распространены повсеместно и залегают на породах пакерортского горизонта или верхнего кембрия (скв. в дер. Красные Горы). Мощность горизонта не превышает 3, обычно 1 м. Нижняя граница отчетливая прежде всего благодаря резкой смене состава и окраски пород, верхняя - или резкая, или нечеткая, выявляемая лишь по палеонтологическим данным. Сложен горизонт темно-зелеными глинистыми галуконитово-кварцевыми песками и песчаниками с прослоями глин и кверху постепенно переходят в доломитизированные и глинистые известняки Волховского горизонта.

Онтикский надгоризонт. Волховский горизонт. Отложения горизонта мощностью 2-7 м распространены повсеместно и залегают на лезтских с резким контактом, обусловленным литологическими различиями.

В стратотипическом разрезе р. Волхов горизонт сложен переслаиванием плотных тонко- и толстоплитчатых в разной степени доломитизированных и глинистых известняков, обогащенных глауконитом, количество которого уменьшается вверх по разрезу. Характерны бугристые поверхности напластования известняковых прослоев.

Кундский горизонт. Отложения распространены повсеместно. Их мощность составляет 5-9 м, увеличиваясь на юго-восток. На большей части территории в пределах Ордовикского плато

горизонт представлен мелко- и тонкозернистыми, в различной степени доломитизированными и глинистыми известняками с тонкими прослоями глин.

Средний отдел. В среднем ордовике выделяются Таллинский, кукерский, идаверский, хревицкий, Кегельский горизонты. Первые три объединяются в пуртский надгоризонт, два других - в невский. Полная мощность отложений среднего ордовика на территории составляет 70- 100.

Площадь распространения среднеордовикских пород такая же, как нижнеордовикских, на которых они залегают без следов перерыва.

Пуртский надгоризонт. *Таллинский горизонт* (O_{2t1}) сложен доломитизированными глинистыми известняками, периодически органогенно- обломочной структуры, известковистыми доломитами с прослоями мергелей и глин, мощностью 12-20 м.

Отложения *кукерского горизонта* (O_{2kk}) распространены повсеместно. Их мощность не превышает 25 м. Кукерские отложения залегают на Таллинских без следов перерыва.

На западе Ордовикского плато кукерский горизонт сложен слабо- доломитизированными глинистыми известняками с прослоями кукерсита, разрабатываемых как полезное ископаемое. На востоке Ордовикского плато горизонт представлен в нижней части глинистыми известняками, переходящими в мергели, в верхней - менее глинистыми, сильно доломитизированными известняками и доломитами.

Идаверский горизонт (O_{2id}) распространен повсеместно и сложен глинистыми мергелеподобными доломитизированными известняками и доломитами, на западе включающими в себя тонкие прослои метабентонита.

Иевский надгоризонт. *Хревицкий горизонт* (O_{2hr}) сложен доломитизированными глинистыми известняками, местами органогенно- обломочными, мощностью до 20 м на Ордовикском плато. Встречаются примазки и прослои кукерсита мощностью до 10-15 см.

Кегельский горизонт (O_{2kg}) распространен повсеместно и сложен доломитами тонкозернистыми, алевролитистыми, изредка глинистыми, с прослоями органогенно-детритовых. Мощность кегельского горизонта 10-20 м.

Иевский надгоризонт нерасчлененный (O_{2iv}) распространен на востоке и юге Ленинградской области. В восточных районах преобладают доломиты, нередко сильноглинистые, переходящие в мергели. Характерно присутствие прослоев кукерсита.

Верхний отдел. В верхнем ордовике (O₃) выделяются везенбергский, набальский и вормский горизонты, объединенные в плюсский надгоризонт.

Верхнеордовикские отложения распространены на меньшей площади, чем среднеордовикские: из района верхнего течения р. Сясь они узкой широтной полосой вытягиваются на запад. Мощность отложений отдела достигает 110 м.

Везенбергский горизонт (O_{3vb}) сложен на востоке скрытокристаллическими доломитами, на западе плотными известняками, на юго-западе глинистыми мергелями и глинами с прослоями известняков.

Набальский горизонт (O_{3nb}) представлен микрокристаллическими сливными, глинистыми известняками и доломитами с маломощными пропластками пестрых глин. *Вормский горизонт* (O_{3vr}) встречается лишь на юго-западе Ленинградской области и представлен он серыми детритовыми и глинистыми известняками и мергелями.

Девонская система

Девонские отложения распространены на юго-востоке листа, и залегают в основном на ордовикских отложениях.

Средний отдел. Отложения среднего девона (D₂) на территории листа представлены эйфелтским и живетским ярусами.

Отложения эйфелтского яруса представлены светло- и желтовато-серыми, алевритистыми песками и песчаниками пярнуского горизонта (D_{2pr}) и светло-серыми конгломератами, мергелями и доломитами наровского горизонта (D_{2nr}).

Живетский ярус представлен косослоистыми песками и песчаниками, алевритистыми глинами и алевролитами арукюлаской свиты (D_{2ar}).

Верхний отдел. *Даугавский горизонт* (D_{3dg}) франского яруса представлен толщей красно-бурых, зеленовато-серых и пестроокрашенных глин, алевритов, алевролитов, мелкозернистых песков и песчаников.

Четвертичная система

Четвертичные отложения распространены на всей данной территории; исключение составляют лишь обрывистые склоны ряда речных долин и денудационных уступов.

Распределение мощностей четвертичных отложений обнаруживает связь с рельефом (как доледниковым, так и ледниковым). Малые мощности от 1 до 20 м приурочены к крутым участкам Ордовикского уступа, большие (75- 226 м) к древним долинам и крупным котловинам, к зонам краевых ледниковых образований и межлопастным массивам (Лужская возвышенность).

Строение четвертичного покрова отличается значительной сложностью. В его сводном разрезе обосновано выделение всех основных четвертичных стратонов области материковых оледенений Русской равнины от нижнеплейстоценовых (окских) до голоценовых включительно. Здесь изучены опорные разрезы отложений лихвинского и микулинского межледниковий, которые являются надежной основой для суждения о пространственном развитии моренных горизонтов окского, днепровского, московского и валдайского оледенений. Причем озерно-болотные слои микулинского возраста обнаружены как перекрытые, так и не перекрытые мореной. Таким образом, важной особенностью территории является присутствие границы максимального распространения последнего валдайского оледенения.

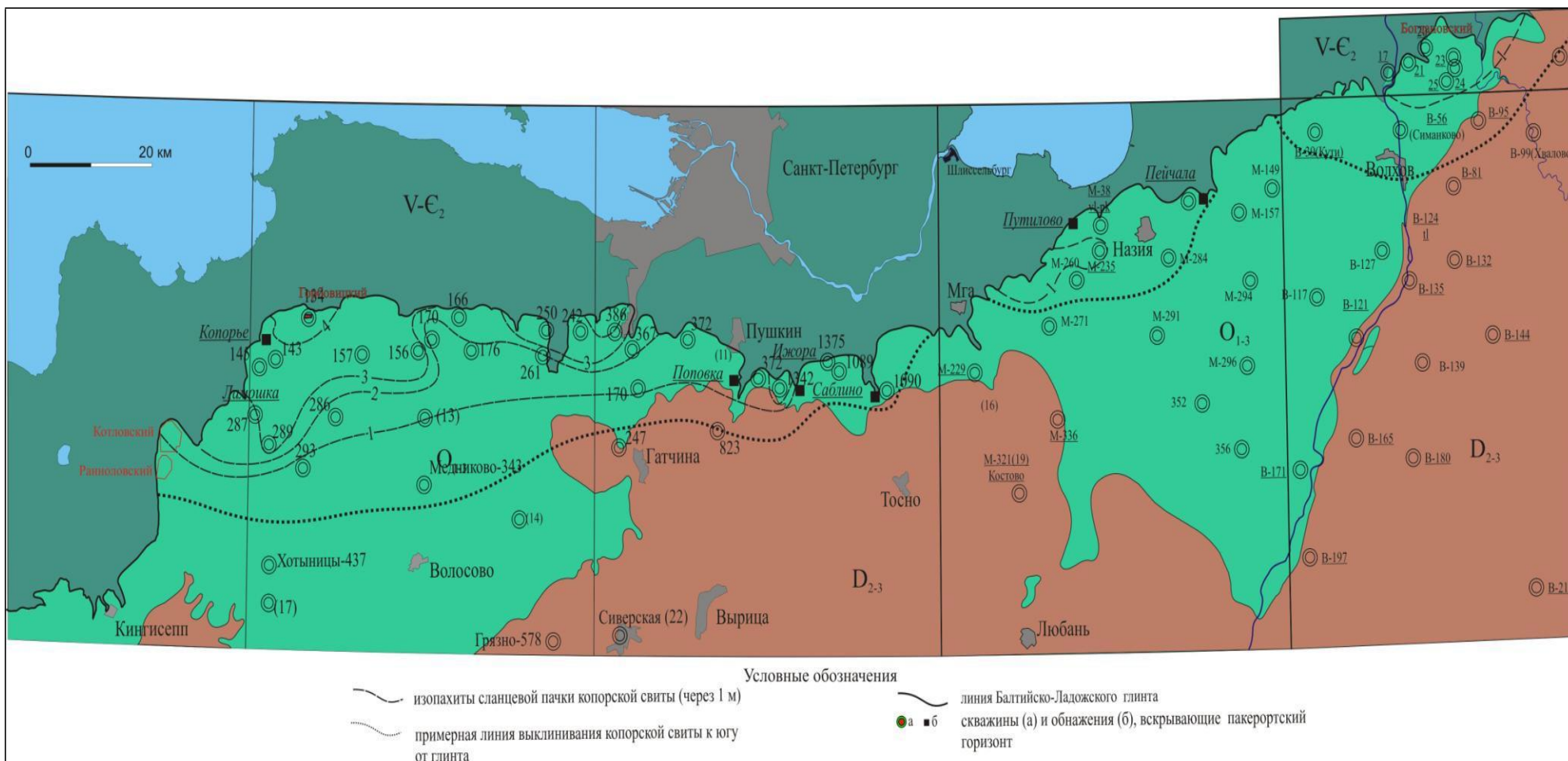
3.2. Морфология и литология пласта диктионемовых сланцев

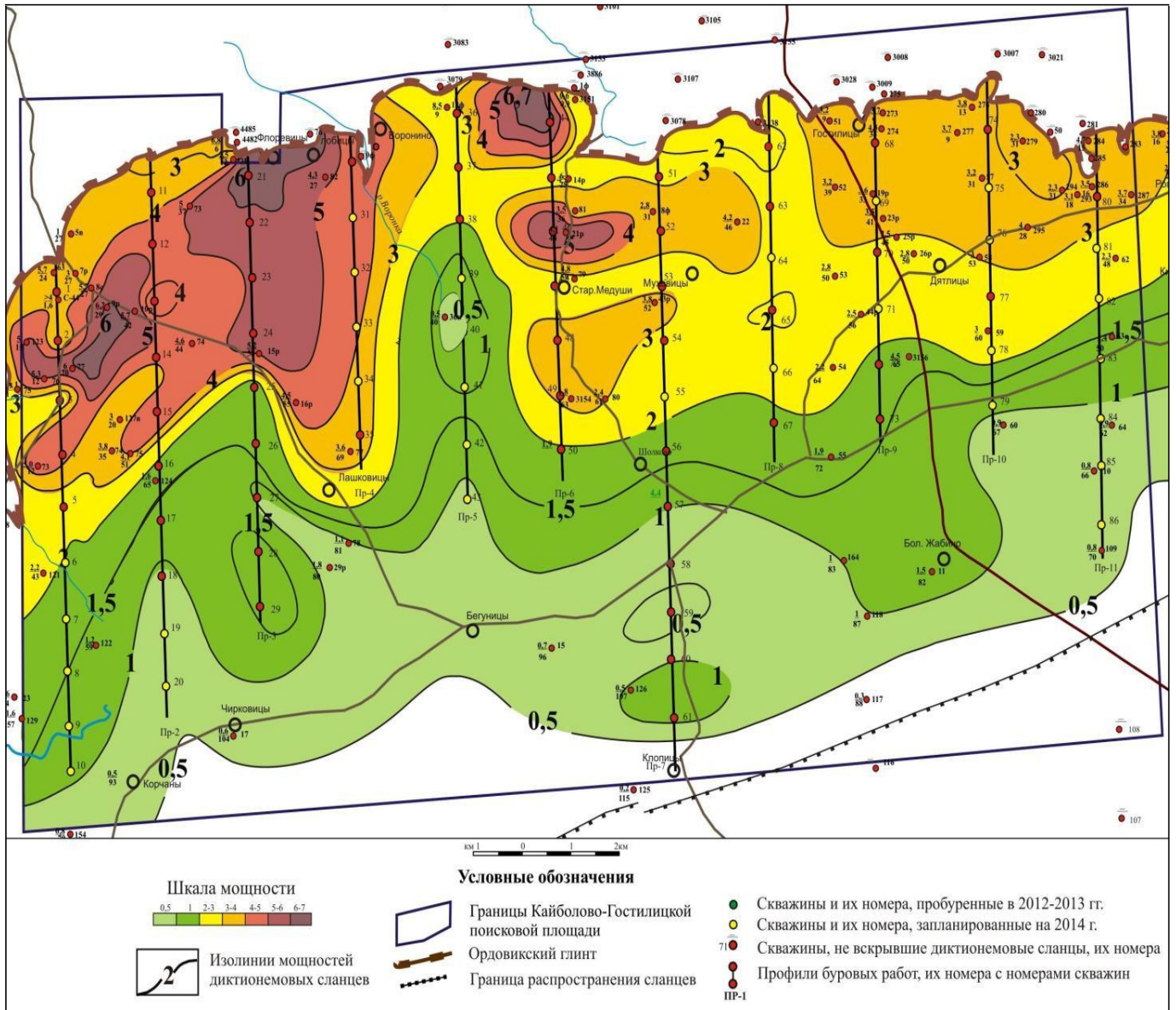
Пласт диктионемовых сланцев протягивается в широтном направлении примерно на 300 км от реки Нарва на западе до района реки Сясь на востоке области. Далее на восток диктионемовые сланцы скрываются под отложениями верхнего девона. Северная граница распространения диктионемовых сланцев маркируется ордовикским глинтом, протягивающимся вдоль южного берега Финского залива Балтийского моря и далее до Ладожского озера. Мощность сланцев колеблется от 0,3 до 8 м (рис. 3.3-3.4), постепенно уменьшаясь вплоть до полного выклинивания в 15- 20 км к югу от глинта. Пласт диктионемовых сланцев имеет полого залегание, падая с северо-запада на юго-восток. Глубина залегания кровли сланцев колеблется от 0 в приглинтовой зоне до 107 м на юге (рис. 3.5). Карты, представленные на рис. 3.3-3.4, строились на основе данных, полученных во время полевых работ на рений (2012-2013 гг.), в пределах Кайболово-Гостилицкой площади.

Диктионемовые сланцы представляют собой тонкослоистую (сланцеватую), глинистую, плотную породу (аргиллиты и глинистые алевролиты), с содержанием органики до 20%. Порода легко расслаивается на тонкие плитки и пластинки, а на плоскостях сланцеватости встречаются алевритовые присыпки. В естественном состоянии диктионемовые сланцы темно-коричневого (шоколадного), периодически почти черного цвета, при высыхании коричневатосерого и серого. В толще диктионемовых сланцев выделяются две пачки (<http://vsegei.ru>).

Масштаб 1:2 000 000

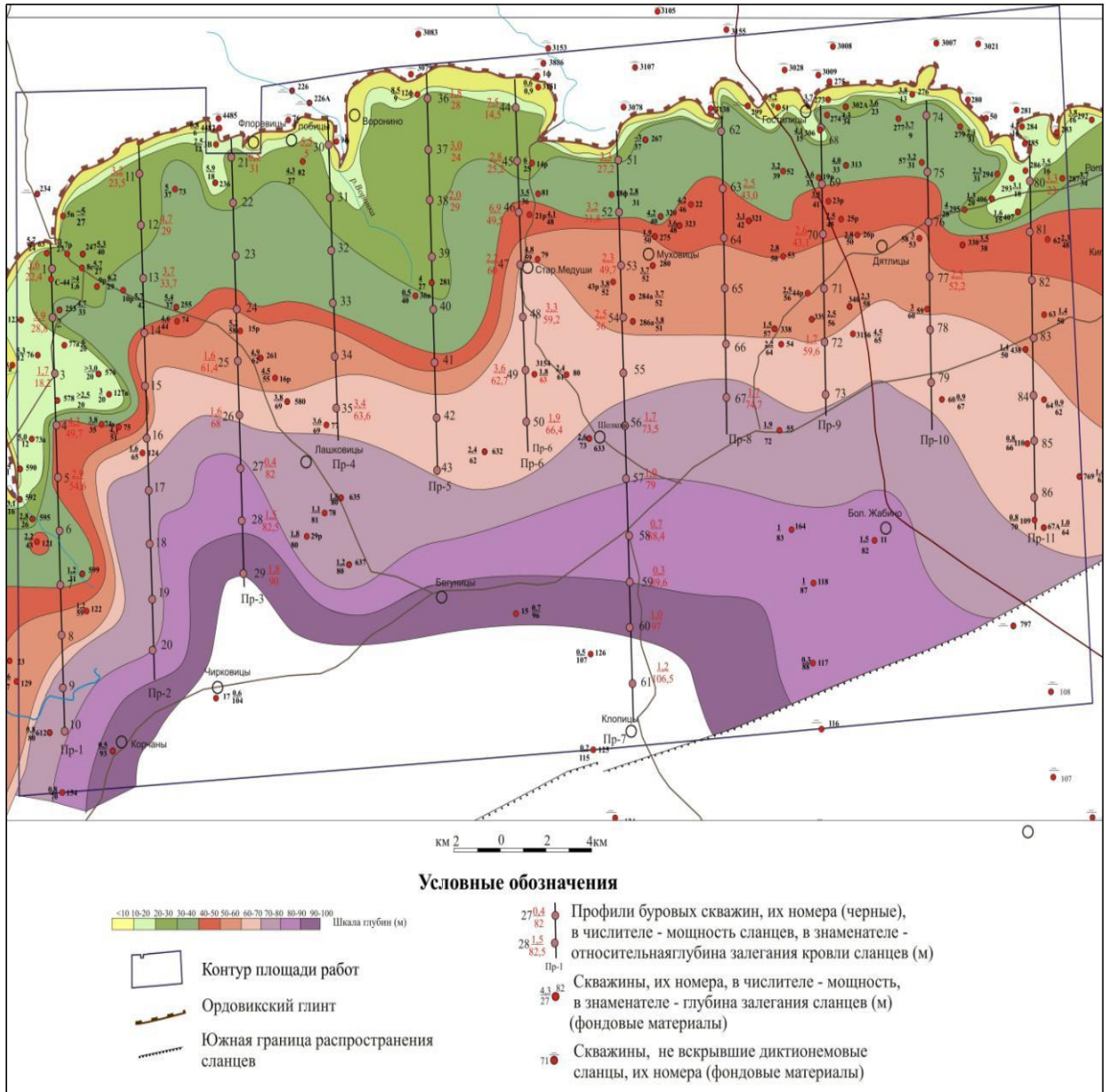
Рис. 3.3 Карта мощностей пласта диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна (Ленинградская область) по материалам (ВСЕГЕИ)





Масштаб 1:100 000

Рис. 3.4 Карта мощностей пласта диктионемовых сланцев Кайболово-Гостилицкой площади



Масштаб 1:100 000

Рис. 3.5 Карта глубин залегания кровли пласта диктионемовых сланцев Кайболово-Гостилицкой площади

3.3. Тектоника и геоморфология

Особенности тектоники определяются строением кристаллического основания и условиями залегания платформенного чехла.

Бассейн диктионемовых сланцев располагается в юго-западном и южном обрамлении Балтийского кристаллического щита, протягивающегося почти в широтном направлении. Он полого погружается с севера на юг под углом в несколько минут.

В структурном отношении сланцы являются составной частью Прибалтийской и Ладожской моноклиналей Русской плиты.

Крупнейшими структурами на данной территории являются северо-западное крыло Московской (впадины) синеклизы.

Северо-западное крыло Московской синеклизы, простирающееся на север за пределы данной территории, полого наклонено (3- 4 м/км) на юго- восток к приосевой зоне. Абсолютные отметки поверхности кристаллического основания в его пределах снижаются от -100- -150 м на южном побережье Финского залива до - 500 м юго-восточнее. Северная часть крыла синеклизы до абсолютных отметок - 500 м, а то и более, некоторыми исследователями выделяется как южный погруженный склон Балтийского щита или Балтийская (Лужско-Ладожская) моноклираль. На смежной с севера территории выделяется Ладожская впадина. Западное крыло Московской синеклизы (впадины) условно ограничиваются по городу Нарва – и южнее за пределы листа до Пскова.

Платформенный чехол данной территории сложен тремя структурными ярусами: Верхнебайкальским, каледонским и Нижнегерцинским. Они разделяются отчетливыми стратиграфическими перерывами и различаются структурными планами.

Верхнебайкальский структурный ярус образуют поздневендские(валдайская серия) и нижнекембрийские (балтийская серия) отложения, повсеместно залегающие на породах кристаллического основания. Отложения, слагающие структурный ярус, в северной части территории выходят узкой полосой на дочетвертичную поверхность. Мощность их возрастает с северо- запада на юго-восток от 100 м на северо-западном крыле Московской синеклизы до 400- 500 м вблизи приосевой зоны. Валдайская и балтийская серии разделены стратиграфическим перерывом.

Каледонский структурный ярус слагают постбалтийские кембрийские, ордовикские и раннедевонские преимущественно карбонатные и терригенно- карбонатные отложения. Они залегают с перерывом на образованиях Верхнебайкальского структурного яруса, обычно на коре выветривания синих глин. Образования структурного яруса распространены почти

повсеместно. В приглинтовой зоне породы структурного яруса выходят на поверхность, слагая Ордовикское плато. Мощность яруса возрастает на юго-восток, достигая 400- 500 м в приосевой зоне Московской синеклизы.

Нижнегерцинский структурный ярус сложен терригенными и карбонатными отложениями девона, от эйфельских и до франских включительно. Он простирается широко на данной территории и выходит преимущественно на дочетвертичную поверхность. Образования этого яруса залегают с размывом на различных уровнях каледонского структурного яруса. Мощность отложений увеличивается в юго-восточном направлении и достигает 300 м на северо-западном крыле Московской синеклизы.

На фоне крупнейших региональных структур на данной территории выделяются структуры меньших порядков. На разных уровнях в осадочном чехле имеются локальные изгибы слоев, приуроченные, в основном, к зонам нарушений в кристаллическом основании. На северо-западном крыле Московской синеклизы локальные структуры выявлены в нижних горизонтах венда. Это в основном куполовидные поднятия площадью 10-35 км² с амплитудой 10-20 м, выполаживающиеся к верхним слоям Верхнебайкальского структурного яруса (Гатчинское, Павловское, Колпинское, Озерецкое, Мгинское). Они обычно симметричны: пологие юго-восточное и восточное крылья и более крутые северо-западное и западное.

В пределах площади их распространения довольно широко развиты тектонические трещины. В области ордовикского плато в известняках ордовика с трещинами связаны сбросы небольшой амплитуды. Наиболее крупные сбросы зафиксированы по берегам р. Нарвы. Сбросы располагаются кулисообразно, группами, с амплитудой до 20 м. Преобладающее северо-восточное (аз. 40-45⁰) направление простирания сбросов совпадает с основным направлением трещин. К трещинам северо- восточного направления приурочены жилы гидротермального полиметаллического оруденения.

Дизъюнктивные нарушения в осадочном чехле проявлены слабо. Они затухают снизу-вверх и проявляются в осадочном чехле образованием куполовидных и валообразных складок, а также флексурных перегибов слоев. К последним приурочены трещинные зоны и проявления карста, линейноориентированные вдоль основных разломов в кристаллическом основании. Линейные зоны повышенной трещиноватости имеют меридиональное, северо-восточное и редко близширотное направление (Котловская, Гатчинская, Мгинская, Волховская). Их протяженность колеблется от 20 до 150 км, ширина от нескольких (двух-трех) сотен метров до 5 км. На Ленинградском месторождении горючих сланцев в слоях ордовика нарушения сплошности пород имеют ступенчатый характер с амплитудами смещений от нескольких сантиметров до 2- 5 м, а в целом по зоне до 15- 20 м.

Котловское куполовидное локальное поднятие, в основании которого ломоносовская свита относительно опущена, а мощность лонтоватской свиты аномальна увеличена, также может рассматриваться, по мнению авторов, как структура центрального типа (трубка взрыва).

Собственно, гляциодислокация на данной территории распространена широко. Одним из основных районов проявления гляциотектоники является Балтийско-Ладожский глинт. Наиболее изученными в этом отношении являются Дудергофские дислокации. Они выражены в рельефе в виде изолированных «гор», возвышающихся на 60 м и резко контрастирующих с окружающей плоской равниной. Дудергофские дислокации представляют собой парагенетический единый комплекс образований, возникших у края активного ледника.

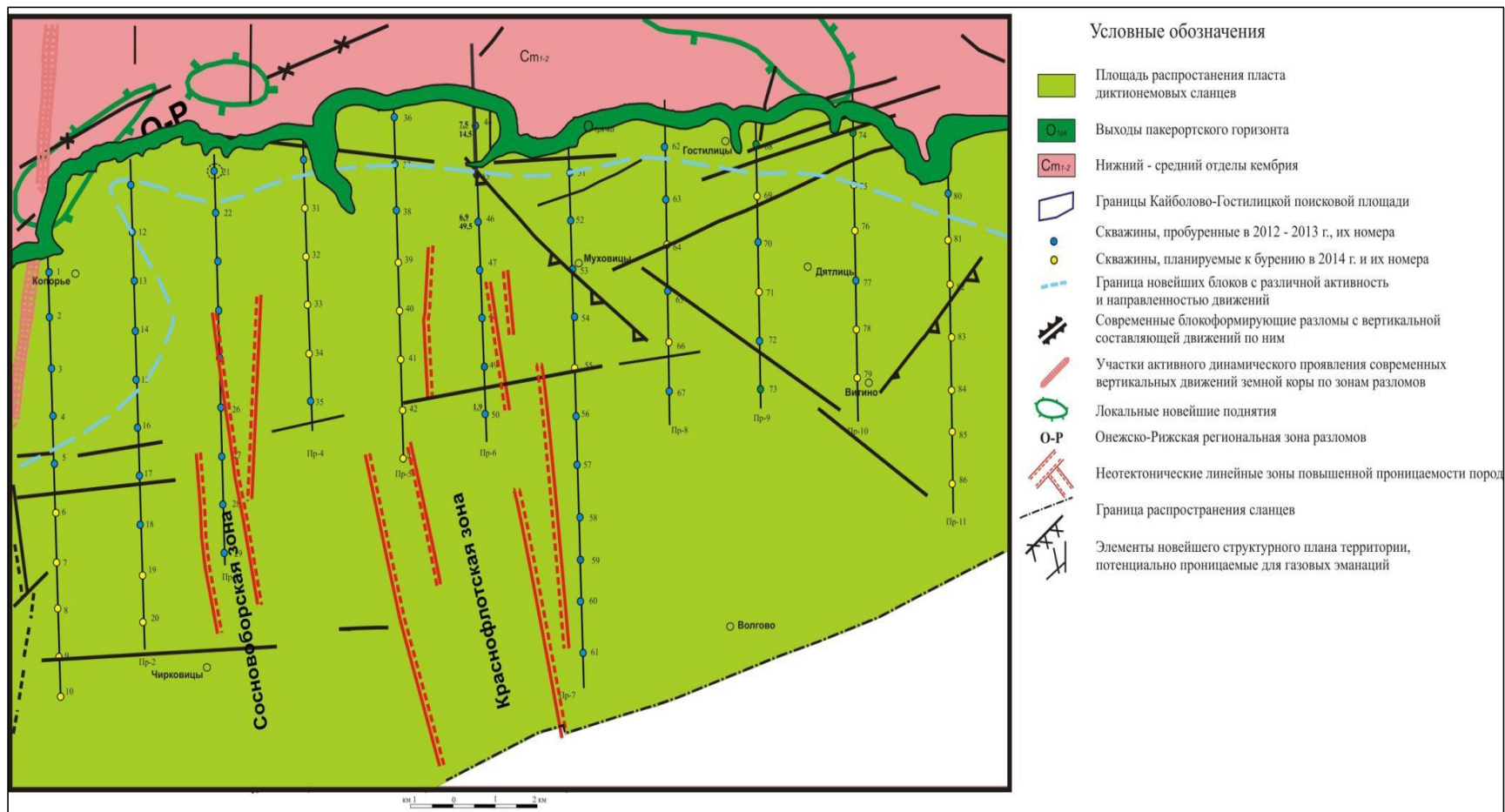
Вблизи бровки глинта известны многочисленные гляционарушения у поселков Удолосово, Керстово, Глядино, Ропша, Пулково, Саблино, у деревень Колокольня, Дубровка, вблизи г. Кингисепп (аллохтонная глыба кемброордовикских пород площадью $3,5 \text{ км}^2$, мощностью около 35 м), отторженец кембрийских песков около Иван-Города.

Таким образом, ледниковые нарушения весьма характерны для данной территории, а для некоторых ее районов (Балтийско-Ладожский глинт) их присутствие является больше правилом, чем исключением.

Тектоническая карта Кайболово-Гостилицкой площади представлена на рис. 3.7.

Рассматриваемая территория расположена на северо-западе Русской равнины. Осадочные породы здесь залегают почти горизонтально, а тектонические движения характеризуются небольшой амплитудой, соизмеримой со скоростью экзогенных процессов. Это обуславливает равнинный характер рельефа.

«Ордовикское» плато, образующее следующую ступень, сложено известняками и отделено от предыдущей Балтийско-Ладожским уступом, известным под названием глинта. Глинт, выраженный и в современном рельефе, сложен в нижней части кембрийскими глинами, выше которых залегают кембро-ордовикская песчаная толща, перекрытая известняками ордовика. Согласно общему простиранию ордовикских пород уступ ориентирован в субширотном направлении, а на участке Копорье – Кингисепп – в субмеридиональном. Высота и ширина глинта различны. На участке Красное Село – Копорье его высота составляет 60-80 м при ширине 4,5-7 км. Глинт слабо выражен на междуречьях рек Нарвы и Луги, Мги и Тосны, где его высота не превышает 17-20 м при ширине 1-2 км (<http://vsegei.ru>).



Масштаб 1:100 000

Рис. 3.7 Тектоническая карта Кайболово-Гостилицкой площади Согласно общегеологическим представлениям Западносибирская плита имеет трехъярусное строение и состоит из палеозойского фундамента, промежуточного пермо-триасового структурного этажа и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

Поверхность «Ордовикского» плато полого наклонена к югу, на востоке района – к юго-востоку, а также в сторону уступа и имеет максимальные отметки до 125-150 м в районе пос. Котлы (г. Гатчина), откуда она плавно снижается к западу и востоку до абсолютной высоты 30-60 м.

Поверхность Ижорского плато плавно снижается от центра к периферии. Абсолютные высоты составляют 125-150 м, максимальные достигают 160-168 м. Здесь развита первичная (не абрадирующая) моренная равнина, на ней имеются участки холмисто-моренного рельефа, отдельные моренные гряды, а также крупные морены напора - Дудергофские высоты. Развита карстовые формы рельефа.

3.4. Гидрогеология и экология

В связи с растворимостью рения в водных растворах особенности гидрогеологии приобретают важное значение.

Кембро-ордовикский водоносный горизонт приурочен к разновозрастным песчано-глинистым породам нижнего, среднего и верхнего кембрия и к тосненской свите пакерортского горизонта нижнего ордовика. Под четвертичными отложениями горизонт залегает на глубине 1-10 м в пределах узкой (2-10 км) полосы Ордовикского глинта. К югу и юго-востоку от этой полосы горизонт погружается под карбонатную толщу ордовика и девона на глубину более 400 м. Водоупорной кровлей горизонта служат диктионемовые сланцы пакерортского и алевролиты леэцкого горизонтов мощностью 0,5-3 м, реже 4,5-5,0 м. Подошвой горизонта повсеместно служит толща лонтоваских синих глин, мощностью от 110-130 в зоне Ордовикского глинта.

Ордовикский водоносный горизонт представлен толщей известняков и доломитов биллингенского-йыхвиского горизонтов мощностью до 70 м. На большей части территории Ижорского плато водовмещающие породы залегают непосредственно под четвертичными отложениями. Нижним водоупором служат глауконитовые песчаники с прослоями глин латорпского «надгоризонта» и развитые в северо-восточной части Ижорского плато диктионемовые сланцы пакерортского горизонта.

Подземные воды четвертичных отложений. Скопления подземных вод приурочены, в основном, к песчаным разностям четвертичных отложений мощностью до 20-30 м, занимающим значительно меньшую площадь по сравнению с водонепроницаемыми суглинками и глинами.

Пестрый состав и разнообразие генетических типов четвертичных отложений обуславливают и их крайне неравномерную обводненность. Наиболее водообильными являются межморенные горизонты, представленные песками различной зернистости и распространены главным образом в северной части Предглинтовой низменности. Менее

водообильны надморенные позднеледниковые отложения, приуроченные к озерно-ледниковым и флювиогляциальным отложениям, слагающим равнинные участки, камы и озы. Подземные воды этих отложений циркулируют в мелко- и среднезернистых песках (местами с прослоями грубозернистых разностей), залегающих с поверхности преимущественно на территории предглинтовой низменности. Водообильность этих отложений довольно пестрая и в общем незначительная. Слабо водообильными, а в отдельных случаях практически безводными являются моренные образования. Грунтовые воды приурочены к валунным пескам, слагающим верхнюю часть морены, к песчаным и гравийным линзам, залегающим среди валунных суглинков. Дебиты скважин, вскрывающих воды этих отложений, колеблются в широких пределах. По степени минерализации воды четвертичных отложений обычно относятся к пресным или слабо минерализованным. Водоносный комплекс послеледниковых отложений объединяет подземные воды, приуроченные к эоловым, морским, аллювиальным, химическим и торфяно-болотным отложениям. Все эти отложения являются слабо обводненными и имеют локальное распространение. Воды ледниковых отложений приурочены к маломощным внутриморенным песчаным линзам, залегающим на различных глубинах и на разных отметках. Воды обычно безнапорные.

Содержание естественных радионуклидов в почвах и горных породах зависит от особенностей геологического строения. Основные особенности геологического строения Санкт-Петербурга определяются его положением в области контакта двух региональных структур - Балтийского щита и Русской платформы.

На территории региона наибольшую опасность представляют радоновые emanации, генетически связанные с наличием ураносодержащих пород.

Зоны активизированных разломов, при наличии ураносодержащих дочетвертичных пород, представляют собой каналы, открытые для водных и газовых emanаций, содержащих высокие концентрации радона. Исследования, проводимые ГПП «Невскгеология» и ФГУП ПККГЭ в 90-е годы, показали непосредственную связь между ураносодержащими (и торий содержащими) диктионемовыми сланцами, оболочками фосфоритами, а также глауконитовыми песками и аномально высокими концентрациями радона в почвенном воздухе и подземных водах ордовикского плато и на отдельных участках вдоль глинта в местах разгрузки вод Кембро-Ордовикского комплекса.

Диктионемовые сланцы с содержанием урана выше фонового в 10-100 раз выходят на поверхность или располагаются в непосредственной близости от земной поверхности в южных районах города. Это определяет повышенную радоноопасность южных районов города - Красносельского и Пушкинского. На основании изучения

геологических особенностей территории, измерения концентрации радона в почвенном воздухе и воздухе помещений ФГУП РГЭЦ «УРАНГЕО» была создана схема прогнозной радоноопасности Санкт-Петербурга (рис. 3.8).

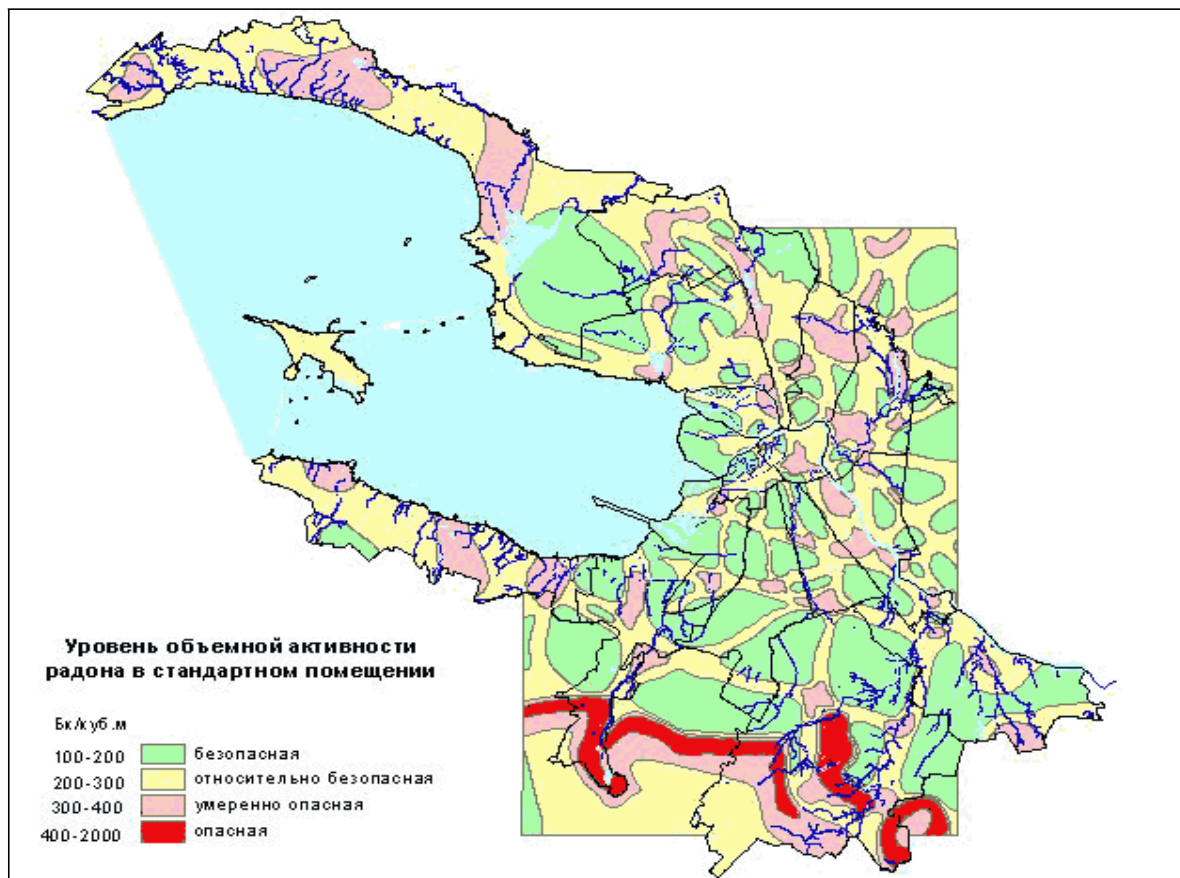


Рис. 3.8 Схема прогнозной радоноопасности Санкт-Петербурга

Проблемы загрязнения окружающей среды играют большую роль при извлечении металлов из горючих полезных ископаемых, но отработка диктионемовых сланцев наоборот позволит улучшить экологическую обстановку в районе Санкт-Петербурга (Балахонова А.С. Рениевое оруденение в диктионемовых сланцах прибалтийского бассейна, 2014 г.).

3.5.

Полезные ископаемые

Рассматриваемая территория, относящаяся к Северо-Западному экономическому району, характеризуется широким развитием горнодобывающей промышленности.

Горючие ископаемые представлены бурым углем, горючими сланцами и торфом. В 40- 50-е годы бурый уголь из нижнекаменноугольных отложений был в этой группе ведущим.

Крупным источником энергетического топлива являются Ленинградское месторождение среднеордовикских горючих сланцев - кукерситов, которые являются комплексным сырьем, пригодным не лишь в качестве топлива, но и для химической промышленности и производства строительных материалов. Запасы горючих сланцев значительны. Также к горючим сланцам относятся диктионемовые сланцы нижнего отдела ордовика, которые являются низкосортным топливным сырьем. Однако промышленного значения как топливо или технологическое сырьё они не имеют, но рассматриваются в качестве источника редких, рассеянных и благородных металлов. Прогнозные ресурсы диктионемовых сланцев при средней мощности пласта 2 м (до глубины 100 м) составляют 5,7 млрд. т (Ижорский участок).

Торф является наиболее распространенным полезным ископаемым. Залежи торфа в основном верховые, используется не лишь как топливо, но и как сырьё для производства органоминеральных удобрений, при изготовлении тепло-и звукоизоляционных плит, для выработки фурфурола и получения гидролизного спирта. Прогнозные ресурсы торфа в пределах данной территории практически неограниченные.

На крайнем северо-западе территории располагается восточная часть Прибалтийского фосфоритового бассейна. В его пределах разведано несколько месторождений фосфоритов, связанных с нижнеордовикскими песчаными отложениями, наиболее крупное из месторождений - Кингисеппское.

На южном побережье Финского залива среди морских отложений широко распространены диатомиты. Разведаны четыре месторождения, два из них разрабатывались. Диатомиты использовались для изготовления теплоизоляционных материалов.

Весьма многочисленны и широко распространены месторождения и проявления строительных материалов: известняков и доломитов, кирпичных и керамзитовых глин, огнеупорных и тугоплавких глин, песчано-гравийного материала, песков строительных, формовочных и стекольных, минеральных красок.

Крупным источником карбонатного сырья являются ордовикские отложения. Глауконитовые известняки Волховского горизонта издавна используются как строительный камень (месторождения Путиловское и др.). Доломиты кегельского горизонта используются в Ленинградской области для производства извести. Везенбергские известняки (месторождение Сланцевское и др.) используются в качестве цементного сырья. Карбонатные породы, пригодные для промышленного применения (производство извести, строительного камня, агро-карбонатной муки) известны и во франском ярусе верхнего девона.

Керамические глины также являются одним из весьма распространенных видов полезных ископаемых. Наиболее крупные месторождения их расположены в Предглинтовой низменности. Они представлены глинами лонтоваского горизонта нижнего кембрия, являющимися прекрасным сырьем для производства строительного материала. Известны месторождения керамических глин позднедевонского и четвертичного возраста.

На данной территории известно большое число месторождений песчано-гравийных смесей, связанных с четвертичными, преимущественно флювиогляциальными отложениями; разновозрастных строительных песков; среднедевонских формовочных- и нижнекамакноугольных формовочных и стекольных кварцевых песков.

В нижнеордовикских, верхнедевонских и четвертичных отложениях встречаются разновидности пород, которые в естественном виде или после обогащения могут быть использованы в качестве минеральных красок.

На данной территории широко распространены минеральные воды пяти типов: хлоридные, в том числе бромистые, сульфатные сероводородные и бессероводородные, гидрокарбонатные железистые и радоновые.

3.5.1. Металлоносность диктионемовых сланцев

Черные (диктионемовые, горючие) сланцы, их геохимия и металлогения изучались многими исследователями.

Первые химические анализы диктионемовых сланцев были опубликованы еще в позапрошлом веке А.Купффером (1870), а в 1924 году появились некоторые данные о геохимии и геологии сланцев.

Как возможное рудное сырье диктионемовые сланцы предполагались еще с начала 30-х годов прошлого века для извлечения радия, с середины 40-х г.г. были организованы прогнозно-поисковые работы, направленные на выяснение перспектив их

ураноносности. В результате этих работ, проведенных Северной экспедицией Первого главного геологического управления МИНГЕО СССР были выявлены крупнейшие запасы бедных урановых руд. Однако ввиду отсутствия эффективных технологий обогащения эти руды были признаны нерентабельными и специализированные на уран работы были прекращены. Изучение ураноносности диктионемовых сланцев проводились попутно при геолого-съёмочных работах масштаба 1:200 000 и поисково-разведочных исследованиях на фосфатное сырьё в оболочках песчаниках, залегающих под диктионемовыми сланцами. При этих работах были выявлены локальные участки с концентрациями урана до 0,08%. По результатам этих работ в Ленинградской области выделены Раноловский, Котловский, Кайболовский, Куммолловский, Гостилицкий, Красносельский ураноносные участки.

На отдельных участках все же проводились поисковые и разведочные работы, сопровождаемые детальными литологическими и минералогическими исследованиями, которые осуществлялись сотрудниками ВИМС. В итоге выполненных исследований определено строение пласта диктионемовых сланцев, распределение в нем урана, его формы нахождения, а также содержания сопутствующих компонентов. В их числе наиболее часто в повышенных концентрациях были отмечены Mo, V, Ni, P, реже Zn, TR, Sc, Re и др.

В начале 60-х годов перед Северной экспедицией ИГГУ была поставлена задача провести в пределах трех площадей в Ленинградской области ревизионные работы с целью выделения участков с крупными запасами урана в диктионемовых сланцах с его кондициями в рудах не менее 0,05%. В результате этих работ таких объектов выявлено не было. Однако, на участке Котлы-Копорье околонулена площадь размером 15-20 км² с пачкой диктионемовых сланцев мощностью 0,96 м, средние содержания урана в которой составили 0,034%. В Красносельском участке выделена площадь размером 18,4 км² с пластом диктионемовых сланцев мощностью 1,02 м со средним содержанием 0,035%. Причем, в южном и западном направлении площадь осталась не околонуленной. При этом было отмечено, что в западной части наблюдаются наиболее высокие содержания урана - 0,04-0,044% при мощности пласта 0,82-1,58 м.

В 2007 г. ГЭП ГПП «Севзапгеология» производились дополнительные прогнозно-металлогенические исследования диктионемовых сланцев по приглинтовой полосе их развития на глубину до 60 м. По результатам 30 проб была подтверждена их ураноносность на всей площади распространения от г. Котлы до р. Сясь, а также были выявлены повышенные содержания (г/т) платины и золота по 0,44, палладия 0,26.

На диктионемовые сланцы Прибалтики, как на перспективный объект промышленного освоения на уран и другие полезные ископаемые, обращали внимание М.Н. Альтгаузен (1992), И.С. Оношко (1983), Б.Е. Наумов (2006, 2007), Михайлов (2006) и др.

Итак, на всех этапах исследования металлоносности диктионемовых сланцев отмечалось, что диктионемовые сланцы являются вместилищем значительных концентраций металлических и неметаллических полезных ископаемых, и подчеркивалось, что они являются комплексным сырьем, разработка которого имеет общегосударственное значение. Рений, уран, ванадий, молибден в этом комплексе занимают ведущее место. На необходимость вовлечения в эксплуатацию диктионемовых сланцев послужили успехи технологических исследований извлечения полезных компонентов и максимальной утилизации сланцев. Исследования проводились в ВИМСе, ВНИИХТе и академических институтах Эстонской ССР. В те годы было предложено много схем по комплексному извлечению полезных компонентов (<http://vsegei.ru>).

Глава 4. Геохимические исследования (изучение вещественного состава)

Для проведения геохимических исследований образцы пород полученные в канаве Кастивская 1. Далее автором и С.В. Петровым в качестве геохимических методов исследования было решено провести газохроматографический, рентгенфлуоресцентный, фазовый химический анализ, а также термогравиметрия.

4.1. Газовая хроматография.

Хроматография в настоящее время является наиболее широко используемым методом исследования объектов окружающей среды.

Газовая хроматография – метод разделения летучих, термостабильных соединений. Этим требованиям отвечает около 5% известных органических соединений, но именно эти соединения оставляют 70-80 % соединений, которые использует человек в сфере производства и быта. Подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу, имеющую большую поверхность.

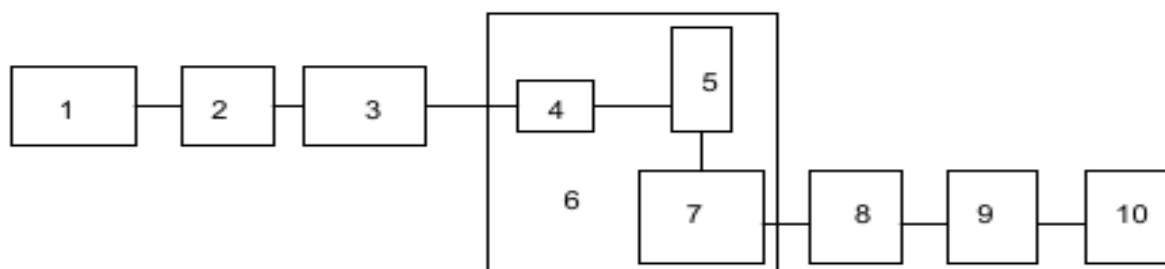


Рис. 4.1. Принципиальная схема газового хроматографа

Газохроматографические исследования были проведены в ресурсном центре СПбГУ Хроматомасс-спектрометром GCMS-QP2010Ultra (рис.4.2)



Рис.4.2 Хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010Ultra.

Газовый хроматомасс-спектрометр GCMS-QP2010Ultra создан на базе хроматографа GC-2010 Plus и нового сверхбыстрого квадрупольного масс-селективного детектора. Новейшая технология ASSP (патент: US6610979) позволяет вдвое увеличить скорость сканирования GCMS системы по сравнению с предыдущим поколением приборов. Эта же технология обеспечивает оптимизацию параметров детектора в зависимости от величины m/z анализируемых ионов. Частота опроса сигнала детектора увеличена до 100 Гц. Такие характеристики делают прибор лучшим в своем классе для реализации современных технологий «быстрой» хроматографии, которые существенно сокращают время анализа, а также технологии многомерной хроматографии, позволяющей расшифровывать сложнейшие многокомпонентные смеси.

Оригинальное программное обеспечение включает функции расчета линейных индексов удерживания, автоматической установки времен удерживания, автоматического поиска по электронной библиотеке масс-спектров (219743 спектра) с учетом индекса удерживания. Это позволяет максимально эффективно отделять полезный сигнал от скачков и дрейфа базовой линии и обчислять значения высоты, площади и времени выхода даже плохо разделившихся пиков. (<http://researchpark.spbu.ru>)

В исследовании было использовано более 20 образцов. По результатам газохроматографических исследований было выявлено более 25 видов углеводов (табл.4.1).

Выявленные углеводороды были поделены на 3 группы:

I. алифатические парафины и олефины (алканы)

Нонан, нонаналь, декан, ундекан, деканаль, додекан, тридекан, тетрадекан, пентадекан, октадекан, нонадекан, гексадекан, гептадекан, хенейкозан, докозан.

II. ароматические соединения (арены)

Толуол, бензол, этилбензол, ортоксилол, параксилол

III. карбоновые кислоты

2 tert butyl 4 6 bis 3 5-bis(tert.-butyl)-4-hydroxy-propioiphenone, гексадиеновая кислота, сквален

Октан, нонан, декан, ундекан, додекан, тридекан, тетрадекан (C₈H₁₈-C₁₄H₃₀) – группа низших парафинов содержится в различных эфирных маслах в очень низких концентрациях. Органические соединения класса алканов. Содержатся в бензиновых фракциях, а также в лёгких керосинах и образуются во время крекинга нефти.

Пентадекан ($C_{15}H_{32}$), гептадекан ($C_{17}H_{36}$), нонадекан ($C_{19}H_{40}$), и хенейкозан ($C_{21}H_{44}$) – высшие парафиновые УВ, образующие компоненты стеароптенов розового масла. Находят их также во всех других конкретах и абсолю (эфирные масла). Составляют основу восков, которые покрывают поверхность лепестков и плодов растений, отсюда и попадают в конкреты, потому что легко растворимы в различного рода растворителях.

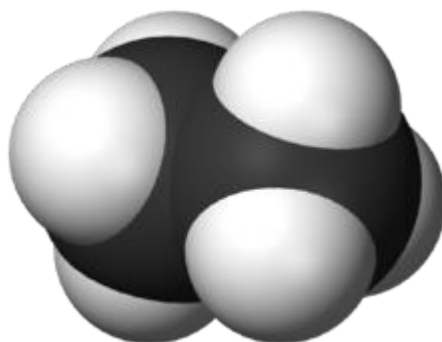


Рис.4.3 Трехмерная модель молекулы алканового ряда

Ароматические соединения (арены) – соединения, молекулы которых содержат устойчивые циклические группы атомов (ядра бензоловой группы) с замкнутой системой сопряженных связей.

Толуол, бензол, этилбензол, ортоксилол, параксилол – простейшие ароматические углеводороды, которые входят в состав сырой нефти, безнина, различных эфиров и смол.

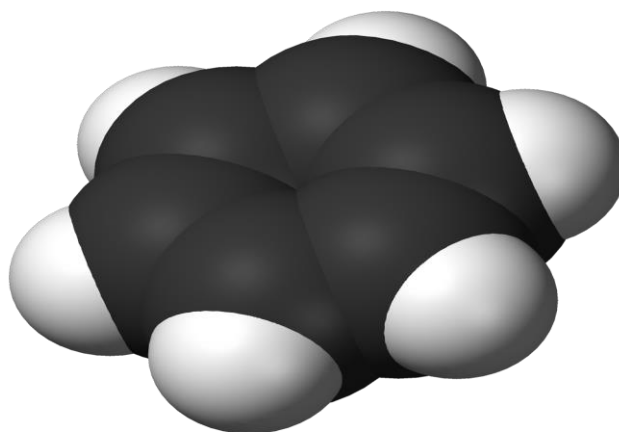


Рис.4.4 Трехмерная модель молекулы бензола

2-...4-hydroxy-propiorphenone, гексадиеновая кислота и сквален - карбоновые кислоты, очень широко распространены в природе. В природе, чаще всего находятся в составе различного органического субстрата.

Сквален - промежуточное соединение в биосинтезе стероидов, в числе которых холестерина, ланостерол и др. Незаменим в некоторых процессах обмена веществ.

Гексадиеновая кислота – природный консервант, применяется в качестве пищевой добавки.

4.2. Рентгенфлуоресцентный анализ

Рентгенофлуоресцентный метод относится к инструментальным методам определения элементного состава и позволяет определять валовые содержания элементов в диапазоне от В до U, безотносительно от формы их нахождения в веществе. Типичный диапазон определяемых содержаний для РФА составляет от $n \cdot 0,0001\%$ до 100%. Применение способов концентрирования позволяет, в ряде случаев, понизить предел определения еще на два порядка.

Определение элементного состава проводилось методом энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа. Суть метода заключается в облучении исследуемого образца рентгеновским излучением с последующей расшифровкой спектра флуоресцентного излучения, испускаемого возбужденными атомами образца.

Данный метод исследования был проведен в ресурсном центре СПбГУ в лаборатории «Методы анализа состава вещества». Оборудованием для проведения работы послужил энергодисперсионный рентгенфлуоресцентный спектрометр EDX-800P (рис.4.5), который предназначен для быстрого неразрушающего определения качественного и количественного элементного состава (от С6 до U92) твердых и жидких образцов, порошков, гранул, пластин, плёнок. (<http://researchpark.spbu.ru>)



Рис.4.5. Энергодисперсионный рентгенфлуоресцентный спектрометр EDX-800P

Метод РФА позволил определить элементный состав отобранных образцов и подробно изучить распределение данных элементов. Далее, дополнительно был проведен расчет содержания серы, молибдена и ванадия по разрезу, потери при прокаливании также были учтены. Расчетная таблица, диаграмма распределения элементов и разрез объекта исследований (для более четкого представления) представлены ниже. (Табл.4.2) (Рис.4.6, 4.7 и 4,8)

Таблица 4.2. Результаты с результатами рентгенфлуоресцентного анализа

	SiO2	Al2O3	K2O	Fe2O3	TiO2	CaO	SrO	ППП		S	Mo	V
№1	52,558	13,657	7,620	8,754	0,755	1,111	0,038	15,506	100,000	3,562	0,000	0,010
№2	63,069	9,543	5,405	9,606	0,888	0,960	0,029	10,499	100,000	2,556	0,024	0,145
№3	54,705	14,274	7,963	5,640	0,746	0,400	0,024	16,247	100,000	2,457	0,000	0,060
№4	52,988	15,173	8,443	4,279	0,848	0,870	0,013	17,387	100,000	1,744	0,023	0,140
№5	54,968	14,575	8,131	4,170	0,718	0,810	0,016	16,612	100,000	1,923	0,019	0,135
№6	53,901	15,015	8,361	3,870	0,800	0,855	0,014	17,185	100,000	1,700	0,014	0,122
№7	56,791	14,136	7,883	3,520	0,736	0,795	0,012	16,126	100,000	1,738	0,017	0,123
№8	53,973	15,047	8,376	3,854	0,787	0,718	0,012	17,233	100,000	1,802	0,020	0,120
№9	57,246	13,749	7,684	3,963	0,749	0,981	0,013	15,614	100,000	1,710	0,022	0,127
№10	56,199	14,248	7,934	3,552	0,814	0,927	0,014	16,311	100,000	1,429	0,016	0,116
№11	56,788	13,778	7,697	4,551	0,776	0,745	0,017	15,648	100,000	2,083	0,016	0,115
№12	55,869	14,103	7,863	4,514	0,805	0,731	0,016	16,099	100,000	1,661	0,018	0,116
№13	55,653	13,429	7,493	6,669	0,767	0,703	0,021	15,265	100,000	2,798	0,021	0,122
№14	55,404	13,143	7,349	7,498	0,750	0,991	0,016	14,848	100,000	3,522	0,022	0,135
№15	53,880	12,694	7,103	10,803	0,734	0,510	0,022	14,255	100,000	5,512	0,027	0,152
№16	57,689	12,623	7,071	6,967	0,733	0,688	0,018	14,210	100,000	3,440	0,023	0,157
№17	54,049	13,594	7,582	7,798	0,732	0,765	0,023	15,456	100,000	3,097	0,029	0,178
№18	55,995	12,862	7,195	8,142	0,786	0,479	0,024	14,517	100,000	3,501	0,026	0,128
№20	57,201	12,701	7,111	7,437	0,762	0,406	0,026	14,355	100,000	2,177	0,020	0,118
№21	57,401	12,276	6,874	8,514	0,000	1,057	0,027	13,852	100,000	2,650	0,026	0,154
№22	49,325	12,628	7,060	14,676	0,938	1,098	0,063	14,212	100,000	5,207	0,000	0,056

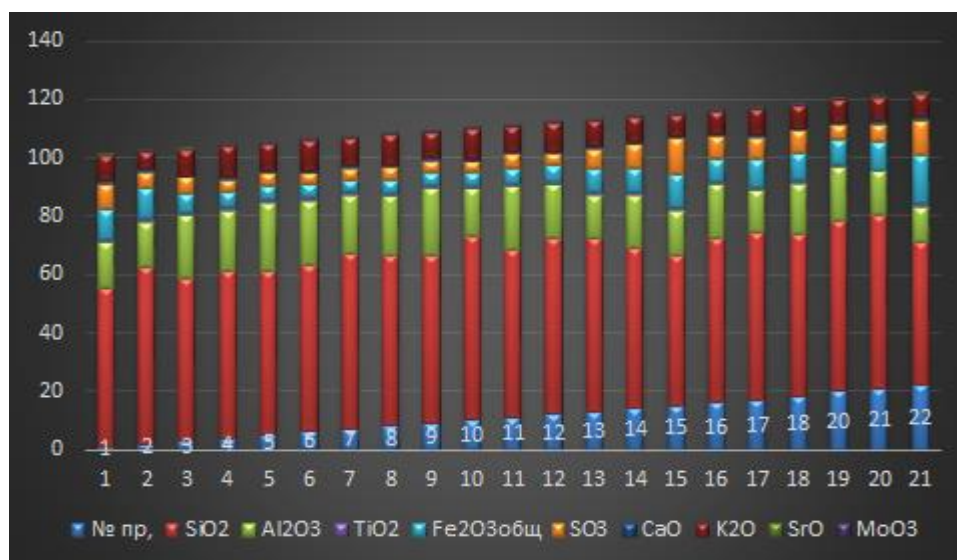
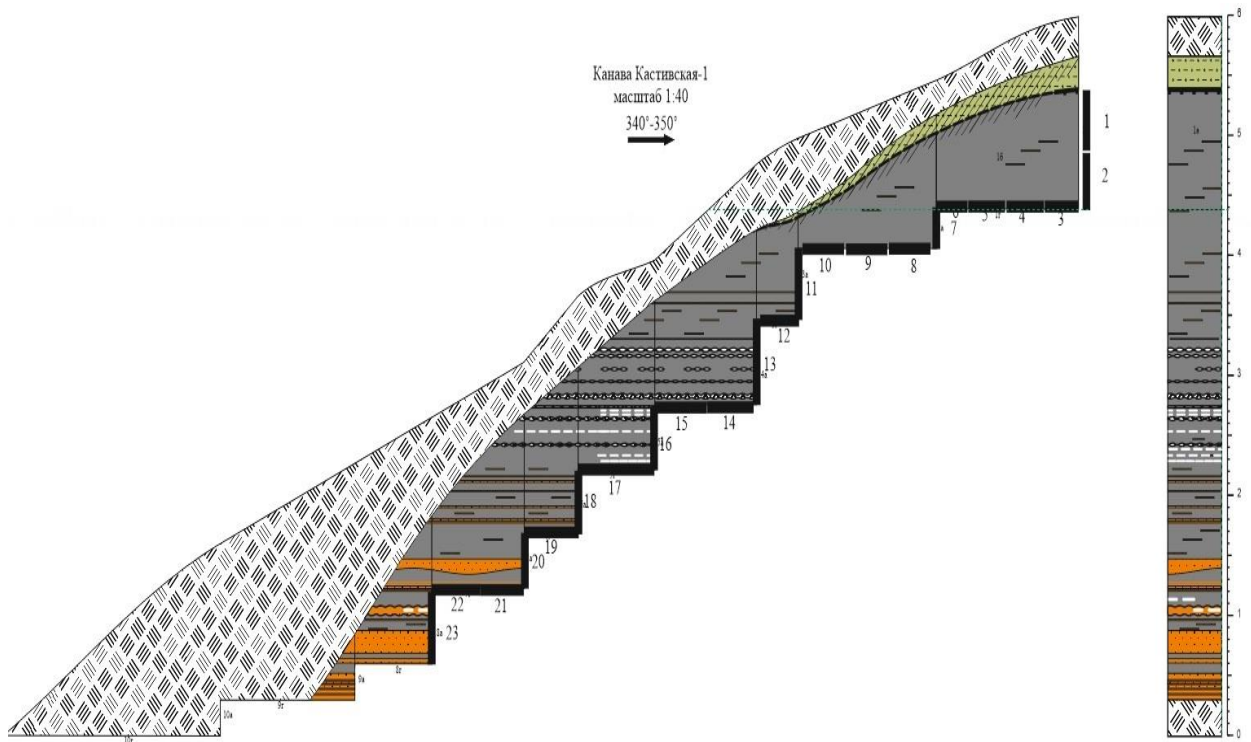


Рис.4.6 Диаграмма распределения элементов по номерам образцов



Условные обозначения

квартер



почва



валунные суглинки (морена)



осыпь песчаных и глинистых пород

ордовик и кембрий



битуминозные "диктионемовые" аргиллиты



глины аргиллитоподобные



кремнистые спикулиты



пески



песчаники



ожезненные пески и песчаники копорской свиты



кварцево-глауконитовые песчано-алеврито-глинистые породы лезтеской свиты



не выражающиеся в масштабе прослои алевролитов и м/з. песков



лимонитовые нодули



поверхности перерыва

Рис.4.7-4.8 Разрез объекта исследований с нумерацией интервалов и условные обозначения

4.3. Фазовый химический анализ

Фазовый химический анализ был проведен с целью определения общего количества углерода в образцах для дальнейшего расчета вероятного абсолютного содержания органической его части.

Сначала было определено общее содержание и доля карбонатного углерода, на основании чего стало возможным определение органической составляющей.

Далее было решено определить потери при прокаливании пробы при температуре 110°C и 400°C, т.к. известно, что углеводородные компоненты, обнаруженные при проведении газовой хроматографии, попадают именно в этот температурный интервал. Определенная величина является максимально приближенным значением абсолютного содержания органического углерода, обнаруженного во время газохроматографического исследования.

Также было посчитано отношение общего органического углерода к органическому углероду, потерянного при прокаливании при 400°C и количество тяжелых углеводородов, которые газохроматографическим методом обнаружены не были. Все проведенные расчеты и распределения по разрезу приведены в таблицах и графиках ниже. (табл. 4.3-4.4) (рис.4.8-4.9)

Таблица 4.3. Результаты расчета содержаний углеводорода.

	Собщ	С карб	С орг	ппп(110)	ппп (400)	Сорг/ппп (400)	углерод+кероген
№1	7,653	0,328	7,325	1,840	3,457	0,472	3,868
№2	4,949	0,304	4,646	1,270	1,898	0,409	2,748
№3	8,053	0,214	7,839	2,200	3,432	0,438	4,407
№4	8,669	0,289	8,380	1,965	3,512	0,419	4,868
№5	8,251	0,280	7,971	1,990	3,127	0,392	4,844
№6	8,560	0,287	8,273	2,120	3,658	0,442	4,615
№7	7,988	0,277	7,711	1,780	3,564	0,462	4,147
№8	8,586	0,265	8,321	1,450	4,220	0,507	4,101
№9	7,711	0,307	7,404	1,540	2,997	0,405	4,407
№10	8,088	0,298	7,790	1,880	2,967	0,381	4,823
№11	7,730	0,269	7,461	1,886	3,003	0,402	4,458
№12	7,973	0,267	7,706	1,994	3,786	0,491	3,920
№13	7,523	0,262	7,261	1,540	2,674	0,368	4,587
№14	7,298	0,309	6,990	1,440	2,598	0,372	4,392
№15	6,978	0,232	6,746	1,345	2,245	0,333	4,501
№16	6,954	0,260	6,693	1,300	2,457	0,367	4,236
№17	7,626	0,272	7,354	1,239	2,231	0,303	5,123
№18	7,119	0,227	6,892	1,300	2,334	0,339	4,558
№20	7,032	0,215	6,817	1,276	2,148	0,315	4,669
№21	6,760	0,319	6,441	1,547	1,467	0,228	4,974
№22	6,954	0,326	6,629	1,264	1,857	0,280	4,772

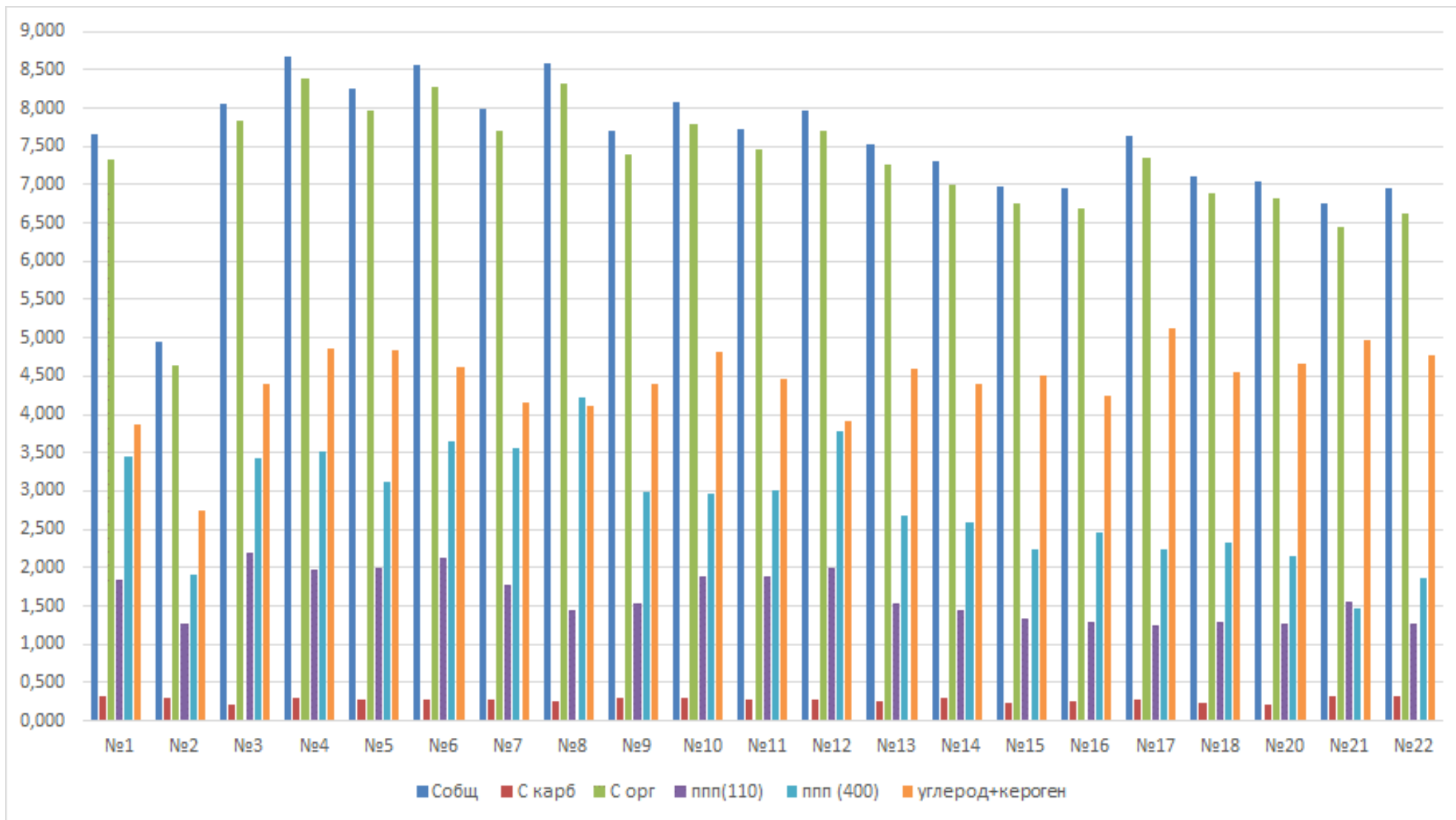


Рис.4.8. Диаграмма содержания углерода в образцах пород

Таблица 4.9. Результаты подсчета абсолютного содержания обнаруженных углеводов

	Нонан	Нонанал	Декан	Ундекан	Деканал	Додекан	Тридекан	Пентадек	Октадека	Нонадека	Гексадек	Гептадек	Хенейк	Докозан	ГК	Толуол	Бензол	Этилбен	Ортокси	Пара-кси	Сквален	2 tert butyl
№1	0	0,152108	0	0	0,174924	0,1030186	0,425557	0	1,897202	0,585962	0,117884	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
№2	0	0,004745	0	0,012906	0	0,4703114	0,007402	0	0,023345	0	0	0	1,816576	0,01936	0	0	0	0	0	0	0	0
№3	0	0,166452	0	0	0	0,228228	0,315744	0	0	0	0,178464	0	2,086313	0	0	0	0	0	0	0	0	0
№4	0	0	0	0,498353	0	0,5397944	2,079806	0	0	0	0,394398	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
№5	0	0,024078	0	0,017511	0	0,0212636	0	0,021264	0,049719	0	0	0	2,95564	0,037524	0	0	0	0	0	0	0	0
№6	0,000732	0,002195	0	0	0,001097	0	0	0	0	0	0,001463	0	0	0	0,017924	0,001829	0	0	0,001097	0	0,009145	3,622883
№7	0	0	0	0	0	0,171332	0,025661	0	0	0	0	0,052391	2,235697	0	1,250251	0	0	0	0	0	0	0
№8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,048668	0	0	0	0	0	0	0
№9	0	0,208891	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,726371	0	0	0	0,061439	0	0	0
№10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,456083	0	0,169712	0,058153	0,283052	0	0	0
№11	0	0,141742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,132731	0	0,403603	0,083183	0,242042	0	0	0
№12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,638202	0	0,511867	0	0,068905	0,028774	0,135539	0	1,402713	0
№13	0	0,021659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,541904	0	0,037169	0,01337	0,060165	0	0	0
№14	0	0	0	0	0	0,028287	0	0	0	0	0	0	0	0	2,274029	0,228364	0,095606	0	0	0	0	0
№15	0	0,030532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,369752	0	1,81643	0	0	0	0	0	0	0
№16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,278868	0,178133	0	0	0	0	0	0
№17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,185265	0	0,045736	0	0	0	0	0
№18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,086591	0	0	0	0	2,168986	0	0	0	0	0,078189	0	0
№20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,07862	0	0	0	0,06938	0	0	0
№21	0	0	0,019511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,394237	0	0	0	0,053252	0	0	0
№22	0,022655	0,037697	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,760436	0	0	0	0,036026	0	0	0

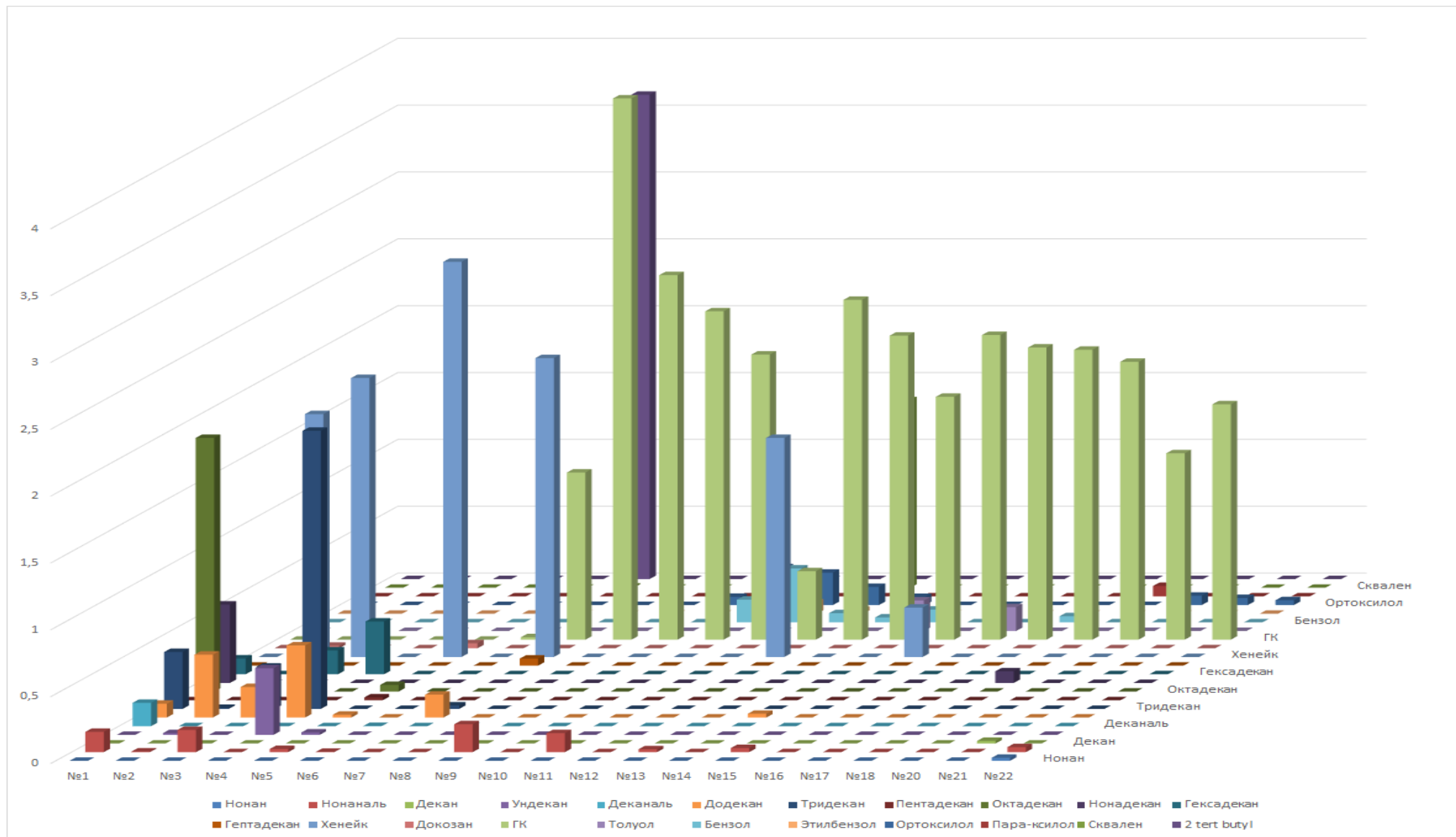


Рис.4.9. Диаграмма распределения углеводородных компонентов

Глава 5. Интерпретация результатов

На основании проделанных исследований и анализа результатов можно проследить изменения углеводородного и химического состава пород по разрезу.

Визуально разрез можно поделить на 3 части по составу пород. К такому же выводу мы приходим, после изучения углеводородного состава, полученного при газохроматографическом исследовании.

Результаты рентгенфлуоресцентного анализа, в целом, показывают примерно одинаковый состав во всех исследуемых образцах, что собственно и не должно нас удивлять учитывая относительно небольшой разброс в глубинах отбора проб.

Газовая хроматография и фазовый химический анализ в свою очередь дали нам неплохую пищу для размышлений. Внимательно изучив распределение углеводородных компонентов и углерода по разрезу нельзя не заметить некоторых особенностей.

В таблице с результатами газохроматографического анализа мы наблюдаем следующее:

В образцах, отобранных на интервалах 1-7 преобладают алифатические соединения, среди которых очень выделяется углеводород под названием “Хенейкозан”. Он является представителем группы предельных углеводородов (парафинов) и даёт право полагать, что на данной территории могли иметь место процессы органического осадконакопления, в нашем случае вероятнее всего водорослей

Далее в образцах с 8-9 по 13-14 отличаются от предыдущей группы резким изменением в составе. На данных интервалах мы видим появление ароматической группы (аренов) и карбоновых кислот, которые содержат фрагменты более насыщенных углеводородов.

В последней выделенной группе с 15-16 по 20 аренов нет, но также как и в предыдущей группе присутствуют карбоновые кислоты причём в очень значительном процентном содержании.

Исходя из этих данных можно предположить с ещё большей уверенностью, что на данном участке скорее всего имели место первичные процессы нефтеобразования.

Заключение и выводы

В результате проведенных исследований по изучению геологии и особенностей вещественного состава сланцев ордовика Ленинградской области можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружены закономерности, которые позволяют судить о том, что в верхняя часть разреза связана с накоплением растительного субстрата, в то время как нижняя часть скорее связана с накоплениями животного органического субстрата т.к. углеводороды нижней части являются более насыщенными. ;
2. После рассмотрения полученных результатов, дальнейшего их анализа и рассуждений можно сделать вывод о том, что данные породы могли бы быть нефтематеринскими, т.к. всем критериям нефтематеринства они соответствуют. Можно предположить, что все легкие фракции были отжаты и удалены, остались лишь тугоплавкие углеводороды сложного состава. Содержание керогена, углерода и тугоплавких углеводородов достаточно высокие. В случае, если бы на эти породы, с течением времени, наслаивалась бы толща палеозойских отложений то данные ордовикские породы вполне могли стать нефтематеринскими!

Список литературы

1. Глебовицкий В.А. Ранний докембрий Балтийского щита. – СПб; Наука, 2005. – 711 стр.
2. <http://do.rulitru.ru>
3. Здорик Т. Б., Матиас В. В., Тимофеев И. Н., Фельдман Л. Г. Минералы и горные породы СССР, 1970 г. 439 с.
4. <http://vsegei.ru>
5. Балахонова А.С. Рениевое оруденение в диктионемовых сланцах прибалтийского бассейна, 2014 г.
6. <http://ecosystema.ru>
7. <http://studopedia.net>
8. <http://netess.ru>