

*На правах рукописи*



**ЛЕКСИН Василий Константинович**

**КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ СООРУЖЕНИЙ  
НА ШЕЛЬФЕ ОСТРОВА САХАЛИН**

Специальность 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы  
поисков полезных ископаемых

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Иркутск – 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт морской геологии и геофизики» Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель:**

**Веселов Олег Васильевич**, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории вулканологии и вулканопасности, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт морской геологии и геофизики» Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Южно-Сахалинск

**Официальные оппоненты:**

**Гайнанов Валерий Гарифьянович**, доктор технических наук, доцент, профессор геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Буддо Игорь Владимирович**, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией комплексной геофизики ИЗК СО РАН, доцент кафедры прикладной геологии, геофизики и геоинформационных систем ИРННТУ, г. Иркутск

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток

Защита состоится «22» июня 2022 г. в 14 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д.003.022.03 при ФГБУН Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУН ИЗК СО РАН и на сайте: <http://crust.irk.ru/images/upload/newsfull210/3053.pdf>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенной печатью учреждения, просим направлять ученому секретарю совета, кандидату физико-математических наук Добрыниной Анне Александровне по вышеуказанному адресу или e-mail: [dobrynina@crust.irk.ru](mailto:dobrynina@crust.irk.ru).  
Тел: 8(3952)427000.

Автореферат разослан «18» апреля 2022 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 003.022.03,  
кандидат физико-математических наук



А.А. Добрынина

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность работы**

Сокращение запасов полезных ископаемых на суше, в особенности нефти и газа, ведет к расширению их разведки и добычи в акваториях морей и океанов. Для добычи в акваториях сооружаются крупные, в то же время аварийно-опасные объекты: буровые платформы, подводно-добычные комплексы. Проекты по строительству морских сооружений, нефтяных и газовых скважин требуют серьезного инженерно-геологического исследования, и не последнюю роль в этом играет метод сейсморазведки высокого разрешения, который позволяет изучать геологический разрез на требуемую для этих целей глубину с достаточно высокой детальностью.

В практике нефтегазодобычи известны случаи аварий на буровых платформах в морских акваториях, причиной которых стало отсутствие достаточных инженерно-геологических изысканий на месторождениях. Наиболее опасным с точки зрения возможного выброса газа является проходка верхней части разреза (до установки кондуктора). Для выделения и оценки степени опасностей, связанных с проявлениями газа в изучаемой части разреза, принято исходить из следующих положений: газ проникает в вышележащие породы по нарушениям или ослабленным зонам и на сейсмических разрезах эти участки проявляются в виде аномалии высоких амплитуд либо резким ослаблением сигнала. Резкое затухание сейсмической записи чаще всего происходит при заполнении газом значительной по мощности части разреза. В этом случае на сейсмических разрезах наблюдается понижение скоростей продольных волн (прогибание отражающих границ под такой зоной). Обозначенные явления являются противоположными и зависят от характеристик разреза (наличие покрышек, коэффициент пористости, литологический состав и т.д.) и степени заполнения межгранулярного пространства газом.

По результатам морских геофизических исследований и батиметрической съёмки составляются карты опасных геологических процессов, выявленных на поверхности морского дна и в грунтовой толще.

### **Объект исследований**

Северо-восточный шельф острова Сахалин.

### **Цель работы**

Выявление и оценка опасных геологических процессов при проектировании скважин и строительстве подводно-добычного комплекса на основе интерпретации и анализа геофизических данных и разработки карт опасных геологических процессов.

### **Основные задачи исследований**

Провести анализ опасных геологических процессов по данным геофизических исследований и батиметрической съёмки на северо-восточном шельфе острова Сахалин.

Выполнить исследование ледовой экзарации в прибрежной части площади Одопу-море северо-восточного шельфа острова Сахалин.

Разработать единый граф обработки данных сейсморазведки высокого разрешения для всех площадей исследований в пределах Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения и апробировать его на сейсмических данных, полученных в полевой сезон с 2010 по 2017 годы.

Исследовать природу аномалий на сейсмических разрезах.

### **Научная новизна**

Выделены зоны ледовой экзарации в прибрежной части площадки Одопту-море северо-восточного шельфа острова Сахалин, обусловленные выпаживанием стамухами морского дна.

Установлено, что на исследуемой площадке Северо-Венинского газоконденсатного месторождения аномалии магнитного поля имеют геологическое происхождение.

Впервые разработан единый граф обработки данных сейсморазведки высокого разрешения для всех площадей исследований в пределах Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения.

Выделены аномальные зоны газопроявлений и впервые разработана сводная карта опасных геологических процессов Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения.

Определена связь между аномалиями на сейсмических разрезах и данными газового каротажа Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения.

### **Защищаемые положения**

1. В результате анализа батиметрических данных прибрежной площадки Одопту-море северо-восточного шельфа острова Сахалин выявлены зоны ледовой экзарации и определены максимальные глубины выпаживания стамухами морского дна.

2. Аномалии магнитного поля на исследуемой площадке Северо-Венинского газоконденсатного месторождения обусловлены палеоуступами дочетвертичных отложений.

3. Комплексная интерпретация данных сейсморазведки высокого разрешения с данными газового каротажа Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения подтверждает природу аномалий на сейсмических разрезах, связанных с газонасыщением.

### **Исходные материалы и личный вклад автора**

Материалы для исследования получены в геофизическом отделе АО «Тихоокеанская инжиниринговая компания» и управлении инженерных изысканий ООО «СахалинНИПИ нефти и газа».

Исходными данными для работы послужили результаты, полученные в ходе ежегодных исследований в течение 8 лет методом сейсморазведки высокого разрешения с 2010 по 2017 годы в пределах Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения и результаты комплексных морских инженерных изысканий в пределах различных месторождений шельфа острова Сахалин.

Автор участвовал в 12 морских экспедициях в период с 2012 по 2019 гг. в Охотском море, Татарском проливе, заливе Пильтун, бухте Суходол и Южно-Китайском море. Автор выполнял сбор, обработку, интерпретацию и контроль качества геофизических данных (гидромагнитная съёмка, непрерывное сейсмоакустическое профилирование, сейсморазведка высокого разрешения) при проведении инженерных изысканий под строительство различных нефтегазопромысловых и гидротехнических сооружений. Автором выполнен комплексный анализ магнитных аномалий и аномалий на сейсмических разрезах. Самостоятельно и вместе с соавторами участвовал в подготовке публикаций по теме работы.

### **Степень достоверности результатов**

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается представительной базой геофизических данных, полученных на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современной аппаратуры и программных средств. Полученные данные сейсморазведки высокого разрешения хорошо согласуются с данными на нескольких пересекающихся площадках, полученными в пределах Киринского перспективного участка недр другими исследователями.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов**

Выявленные опасные геологические процессы позволяют при обустройстве месторождения исключить риски, связанные с неблагоприятным воздействием на экосистему и нефтегазопромисловые сооружения.

Автором показано, что дополнение газового каротажа подтверждает аномалии на сейсмических разрезах, связанных с газонасыщением и может применяться для обоснования природы аномалий на соседних сейсмических профилях или участках.

На основе изложенного в диссертации подхода по изучению опасных геологических процессов успешно выполняется ежегодное глубоководное бурение на Южно-Кириновском нефтегазоконденсатном месторождении.

### **Апробация результатов исследований**

Основные положения диссертации докладывались на следующих конференциях: V Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Науки о Земле. Современное состояние», геологический полигон «Шира», республика Хакасия, 2018; Научно-практическая конференция «Инженерная сейсморазведка», Москва, 2018; XX Уральская молодежная научная школа по геофизике, Пермь, 2019; III Всероссийская научная конференция с международным участием «Геодинамические процессы и природные катастрофы», Южно-Сахалинск, 2019.

### **Структура и объём диссертации**

Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, содержит 107 страниц текста, включая 49 рисунков, 1 таблицу, список литературы из 125 наименований и 1 приложение.

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 7 статей в журналах, рекомендованных ВАК и 4 тезисов докладов на конференциях.

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю – к.г.-м.н. О.В. Веселову и заведующей аспирантурой к.ф.-м.н. – М.Ю. Андреевой за помощь в подготовке диссертации, ценные советы и консультации. Автор выражает благодарность всему коллективу АО «Тихоокеанская инжиниринговая компания» за знания и опыт, полученные в период работы в компании (с 2013 по 2019 годы) и коллегам управления инженерных изысканий ООО «СахалинНИПИ нефти и газа». Автор выражает признательность Г.Н. Фетискину, В.И. Самарину, М.М. Чумакову за ценные советы по обработке и интерпретации сейсмических данных.

Автор благодарит свою супругу С.В. Лексину за бесконечное терпение и вдохновение к работе на протяжении всего времени подготовки диссертации.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Введение.** Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, охарактеризована научная новизна и практическая ценность полученных результатов, а также защищаемые положения.

**В первой главе** рассматриваются сейсмоакустические исследования в пределах северо-восточного шельфа острова Сахалин.

**В разделе 1.1** приводится классификация методов геофизических исследований и сравнение одноканальных и многоканальных сейсмических наблюдений. Непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП) – модификация сейсмических наблюдений метода отраженных волн, называемая методом вертикального времени, методом  $t_0$ , или методом центрального луча. Метод НСП в отличие от многоканальных методов не дает возможности определить скорость распространения упругих волн в среде и применяется, прежде всего, для изучения верхней части разреза на глубину до 100 м для выявления и картирования палеоврезов и придонных газовых аномалий.

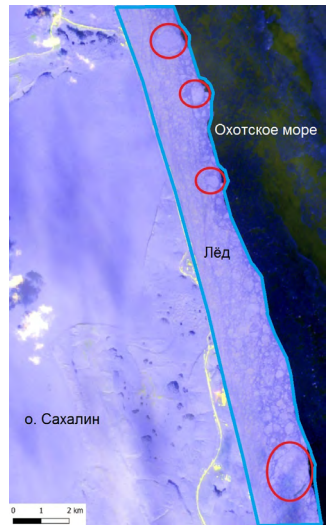
**В разделе 1.2** приводятся сведения о геологическом строении Южно-Кириинского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ). Первые сведения о существовании Южно-Кириинской антиклинальной складки получены в 1972 году в результате проведения сейсморазведочных работ методом отраженных волн. Южно-Кириинское нефтегазоконденсатное месторождение приурочено к Южно-Кириинскому внутрибассейновому поднятию, разделяющему Северо-Сахалинский и Мынгинский прогибы. Стратиграфическая схема мезокайнозойских отложений северо-восточного шельфа Сахалина, включая Южно-Кириинское месторождение углеводородов, дана согласно результатам глубокого бурения в районе Лунской, Кириинской, Южно-Кириинской структур [Харахинов, 2010; Рудницкая, 2013; Черепанов и др., 2013; Крикунов и др., 2015; Хоштария и др., 2016; Грошев и др., 2017].

**Во второй главе** представлены результаты анализа опасных геологических процессов по данным инженерно-геофизических исследований и батиметрической съёмки.

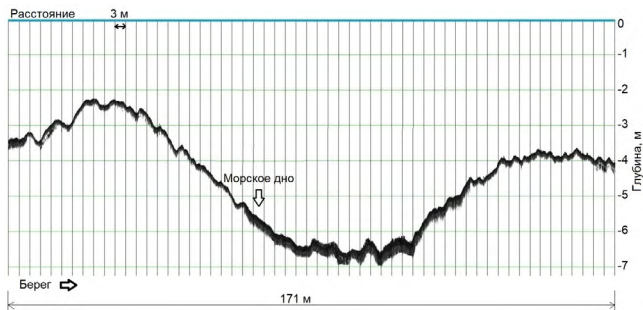
**В разделе 2.1** представляются результаты проведенных исследований ледовой экзарации по данным батиметрической съёмки и спутниковым изображениям на площадке  $1 \times 14$  км Одопту-море в Охотском море.

Батиметрическая съёмка на площадке Одопту-море по изучению поверхности морского дна выполнялась в июле–сентябре 2019 г. методом эхолотирования по системе параллельных профилей, расположенных перпендикулярно к берегу.

Анализ изображений со спутника Sentinel-2 (комбинация каналов 12-11-4, рисунок 1) позволил идентифицировать в акватории



**Рисунок 1** – Фрагмент изображения исследуемого участка со спутника Sentinel-2, 25 марта 2019. Красными овалами выделены предполагаемые стамухи.



**Рисунок 2** – Фрагмент батиметрического профиля в северной части площадки Одопту-море.

исследуемого участка несколько ледяных образований, предположительно стамух. Размеры самого крупного из этих образований составляли  $1,5 \times 1,1$  км, площадь  $1,13$  км<sup>2</sup>.

По результатам обработанных батиметрических данных с учетом приливо-отливных явлений установлено, что глубины площадки Одопту-море изменяются от нулевой отметки (береговая линия) до 9-метровой изобаты, углубляясь в сторону моря. В мелководной части площадки Одопту-море, до изобаты 7 м, практически на всех батиметрических профилях наблюдается резкое локальное углубление с последующим увеличением глубины моря (рисунок 2). В связи с чем можно сделать вывод, что морское дно выпахивается стамухами и максимальная глубина выпахивания достигает до 4 м ниже поверхности морского дна.

На основе анализа построенной батиметрической карты площадки Одопту-море автором выделены участки зон ледовой экзарации (рисунок 3). Выделение зон ледовой экзарации выполнялось визуально на батиметрической карте в местах, где замечено резкое локальное изменение глубин моря.



**Рисунок 3** – Карта-схема зон ледовой экзарации площадки Одопту-море.

Проведенный анализ батиметрических данных показывает, что вдоль прибрежной части острова Сахалин в районе газонефтяного месторождения Одопту-море простираются неровности морского дна, связанные с выпахиванием ледяных образований.

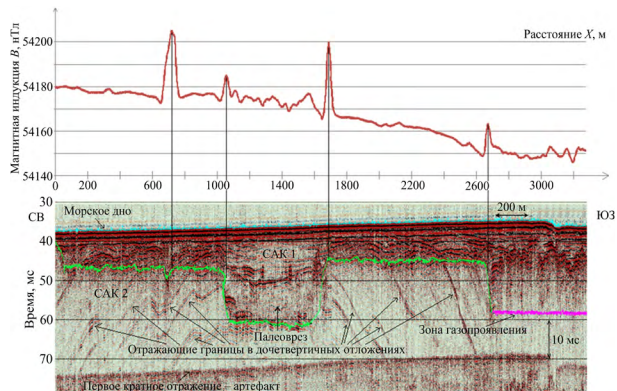
В *разделе 2.2* представляются результаты проведенных исследований по выявлению палеоврезов и придонных газовых аномалий на площадке Северо-Венинская.

Гидромагнитная съемка при проведении инженерно-геологических изысканий применяется в основном для поиска техногенных опасностей

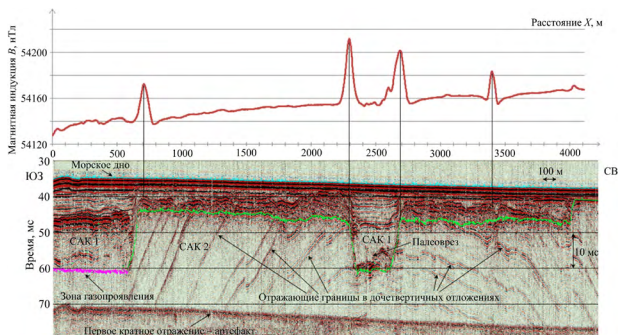
(исходя из требований технических заданий), связанных с магнитоактивными объектами и/или проводниками электрического тока (затонувшие суда, неразорвавшиеся боеприпасы, подводные кабели, трубопроводы и пр.). Именно поэтому автором проведено комплексирование данных гидромагнитной съемки и непрерывного сейсмоакустического профилирования. По результатам первой магнитное поле изученной площадки Северо-Венинская (3×4 км, глубина моря от 24,5 до 27,0 м) изменяется от 54 099 до 54 270 нТл.

По данным непрерывного сейсмоакустического профилирования в исследуемом разрезе было выделено два сейсмоакустических комплекса, которые отличаются друг от друга по характеру волновой картины. В пределах изученной площадки было выявлено множество придонных газопроявлений.

По результатам сравнительного анализа временных сейсмоакустических разрезов и графиков магнитной индукции выявлено, что высокочастотные магнитные аномалии амплитудой от 10 до 40–50 нТл территориально совпадают с особенностями волнового поля, что подтверждает их геологическое происхождение. В данном случае локальные магнитные максимумы обусловлены палеоуступами дочетвертичных отложений (рисунки 4, 5).



**Рисунок 4** – Пример сопоставления графика магнитной индукции и временного сейсмоакустического разреза по профилю 1.



**Рисунок 5** – Пример сопоставления графика магнитной индукции и временного сейсмоакустического разреза по профилю 2.



Расстояние между профилями 1 и 2 (перпендикулярные береговой линии) при проведении морских исследований на площадке Северо-Венинская составляло 200 м, между основными – 100 м.

В третьей главе рассматривается метод общей глубинной точки и эффективность применяемых процедур разработанного единого графа обработки данных сейсморазведки высокого разрешения (СВР) в пределах Южно-Кириного НГКМ.

В разделе 3.1 рассматривается теоретическая основа метода общей глубинной точки – введение кинематических поправок для спрямления годографов полезных отражений. Кратно-отраженные волны при вводе кинематической поправки для однократно-отраженных волн будут переспрямляться или не доспрямляться, в зависимости от выбора скоростного закона. Задача кинематической поправки заключается в том, чтобы привести все времена прихода отраженной волны к одному времени  $t_0$ , т.е. преобразовать годограф отраженной волны из гиперболы в горизонтальную линию.

В разделе 3.2 представлены результаты разработанного единого графа обработки сейсмических данных, полученных в полевые сезоны с 2010 по 2017 годы в пределах Южно-Кириного месторождения. Ежегодно собираемые и обрабатываемые разными исполнителями данные СВР на разных площадках Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения носили локальный характер без привязки к единой системе. В связи с этим построенные в разные годы сейсмические разрезы не давали возможности провести корреляцию отражающих горизонтов и геологических объектов на пересекающихся площадках. Для решения вышеизложенной проблемы автором разработан единый граф обработки данных сейсморазведки высокого разрешения для всех площадей исследований в пределах Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения. Кроме основных процедур были применены также детерминистическая нуль-фазовая деконволюция по сигнатуре в ближней зоне, компенсация аппаратурной задержки, ослабление когерентных помех до суммирования, устранение влияния углов наклона границ (частичная миграция), расчет нуль-фазового фильтра по найденному импульсу.

Процедуры, входящие в граф обработки сейсмических данных, позволили редактировать «шумы» в трассах, подавить донно-кратные и многократные волны, увеличить разрешенность полезных волн (рисунки 6, 7).

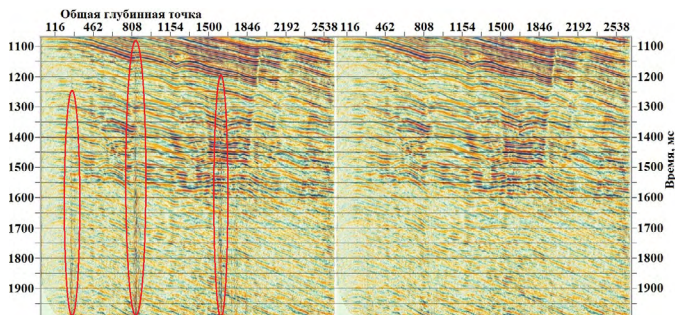
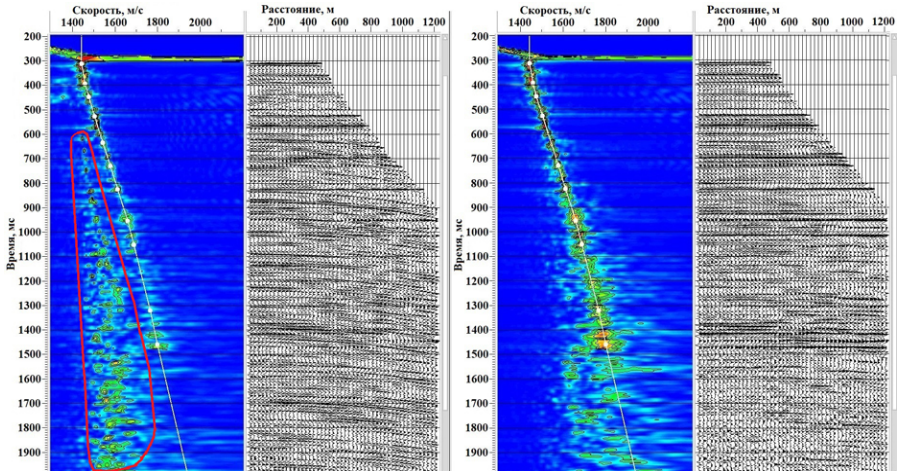


Рисунок 6 – Фрагмент разреза ОГТ до (слева) и после (справа) редактирования. Показывает подавление «шумов» в трассах, вызванные дерганьем контролерами глубины сейсмической косы из-за волнения моря.



**Рисунок 7** – Скоростной анализ до (слева) и после (справа) применения процедуры Radon Filter. Показывает подавление кратных волн и увеличение разрешенности полезных волн.

На временных разрезах, предназначенных для миграции, обязательно должно быть выполнено приведение данных к общей точке отражения. Эта операция, которая называется еще «частичной миграцией» или «устранением влияния углов наклона границ», выполнялась процедурой Dip Move Out (DMO). Для оценки формы импульса по полученному разрезу использовалась центральная, полнократная часть разреза и временной интервал 500–1500 мсек.

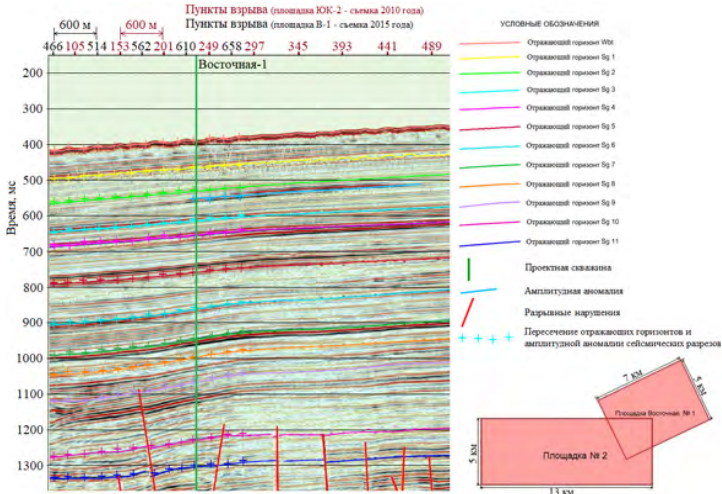
По результатам полученных сейсмических разрезов с едиными параметрами обработки, приведенных к одному виду и уровню, проведена корреляция отражающих горизонтов и выполнено картирование геологических объектов на пересекающихся площадках исследований разных лет (рисунок 8).

На фрагменте хорошо видно, как увязываются отражающие горизонты и амплитудная аномалия, отработанной площадки ЮК-2 в 2010 году и площадки В-1 в 2015 году.

**В четвертой главе** представлены новые данные опасных геологических процессов, полученные автором, в результате интерпретации данных сейсморазведки высокого разрешения в пределах Южно-Кириинского НГКМ. Приводится анализ наличия опасностей по проектным скважинам, обобщается природа аномалий на сейсмических разрезах. Представлена карта всех выявленных опасных геологических процессов по результатам интерпретации сейсмических разрезов.

В *разделе 4.1* приводятся сведения процесса интерпретации сейсмических данных. Для наиболее подробного изучения потенциально опасных объектов для проведения буровых работ была выбрана сейсмогеологическая модель из 13 сейсмических комплексов, разделенных 13 отражающими горизонтами.

Для обнаружения аномальных объектов по каждому сейсмическому комплексу проведен динамический анализ в специализированном программном обеспечении, в результате по каждому комплексу получены наборы данных о максимальной и минимальной пиковой амплитуде.

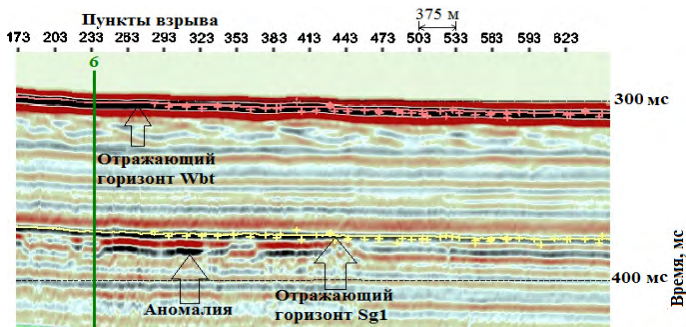


**Рисунок 8** – Фрагмент сейсмического разреза, иллюстрирующий пересечение отражающих горизонтов и амплитудной аномалии на сейсмических профилях, обработанных в разные годы.

Для оценки степени опасности обнаруженных аномалий, помимо определения амплитуды, эти участки визуально просматривались на сейсмических разрезах для выявления признаков, свидетельствующих о возможном наличии газа – таких как инвертирование отраженных сигналов и прогибание осей синфазности [Гайнанов, 2008; Хилтерман, 2010].

В *разделе 4.2* рассматривается анализ наличия опасностей по проектным скважинам Южно-Киринского НГКМ.

Интерпретация сейсмических данных позволила с достаточной уверенностью выделить на сейсмических разрезах разрывные нарушения, газовые аномалии и турбидитовый поток (рисунки 9, 10).



**Рисунок 9** – Фрагмент сейсмического мигрированного временного разреза, показывающий аномалию, связанную с газонасыщением в месте заложения проектной скважины 6. Обозначения: Разноцветные «плюсики» – поперечные сейсмические разрезы с увязанными отражающими горизонтами.

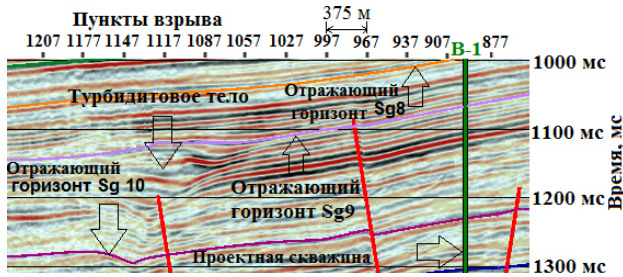


Рисунок 10 – Пример интерпретации разреза, показывающий турбидитовое тело. Обозначения: Красные вертикальные линии – разрывные нарушения.

Турбидитовый поток обнаружен по структурным особенностям напластования в канале на сейсмических разрезах на глубине 900м от морского дна с шириной 1000м и протяженностью более 2,5 км.

В *разделе 4.3* рассматривается комплексирование данных сейсморазведки высокого разрешения и газового каротажа Южно-Киринского НГКМ. Для совместной интерпретации автором были использованы данные газового каротажа скважин ЮК-5 и ЮК-6. Скважина ЮК-6 отличается самым высоким содержанием газа в промывочной жидкости. Согласно сейсмическому разрезу, скважина пересекает максимальную амплитудную аномалию на времени порядка 940 мсек, что соответствует глубине 815 м. На диаграмме газового каротажа в этой точке зарегистрировано минимальное значение содержания  $C_1$  в промывочной жидкости. Это, вероятней всего, свидетельствует о том, что аномальный объект до отражающего горизонта Sg11 следует интерпретировать как пласт глинистых пород с песчаными прослойками, который по сравнению с вмещающими толщами характеризуется меньшим объемом порового пространства и, соответственно, меньшим содержанием газа. Такой глинистый пласт может выступать в роли покрывки, накапливать под собой газ и быть потенциально опасным при проходке скважины. Каротажная газовая диаграмма дополняет сейсмический разрез в интервале времен от 730 до 1120 мсек, соответствующим интервалу глубин от 610 до 1000 метров. Значения содержания  $C_1$

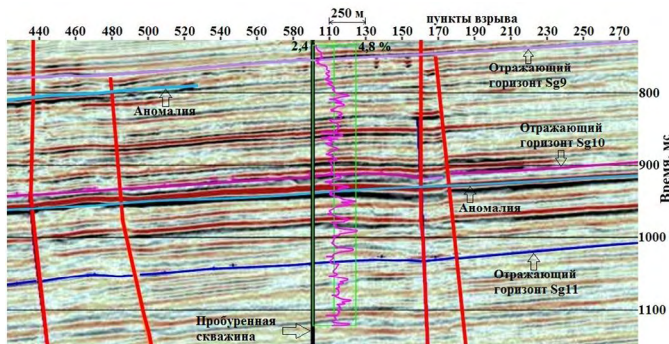
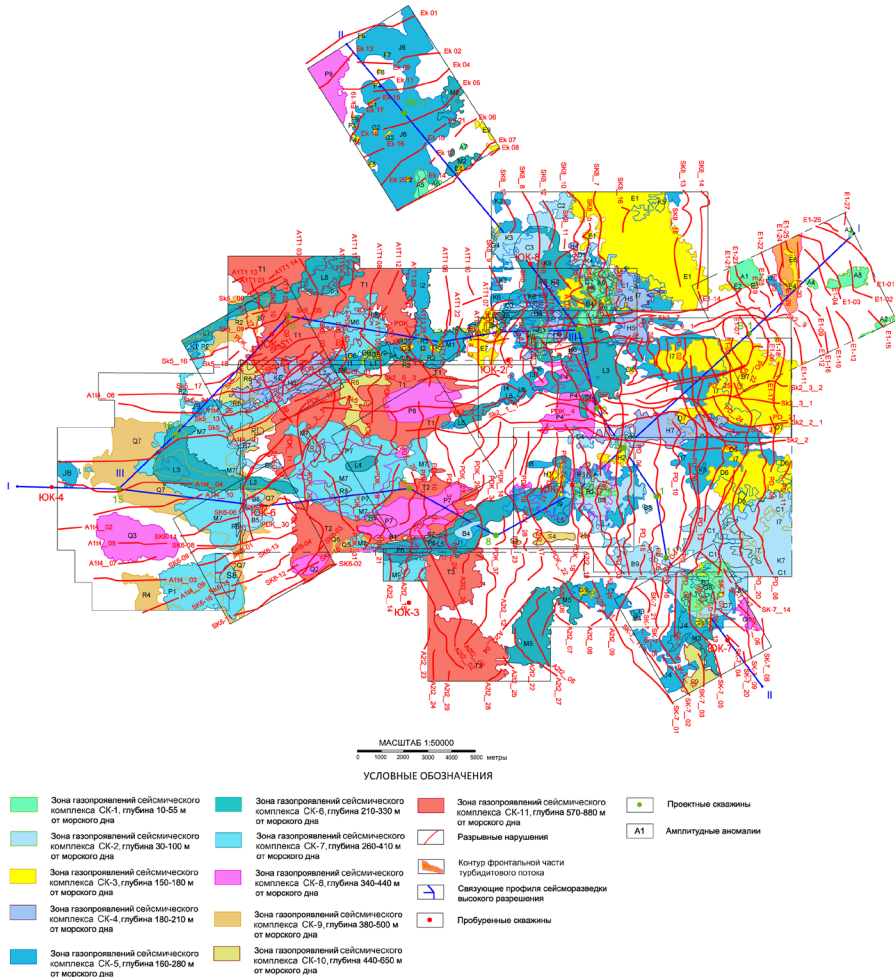


Рисунок 11 – Фрагмент интерпретации данных СВР с данными газового каротажа на участке пробуренной скважины ЮК-6. Обозначения: Красные вертикальные линии – разрывные нарушения.





**Рисунок 12** – Карта опасных геологических процессов Южно-Кириинского НКГМ.

колеблются в пределах от 2,4 до 4,8 % (рисунок 11). Таким образом, совместная интерпретация сейсмических и газокаротажных данных существенно повышает результативность выявления опасных геологических процессов, связанных с газопроветываниями при бурении скважин на нефтегазоносных площадях.

В результате интерпретации сейсмических разрезов построена карта опасных геологических процессов в пределах Южно-Кириинского нефтегазоконденсатного месторождения (рисунок 12). На карту опасных геологических процессов вынесены аномальные зоны каждого сейсмического комплекса, разрывные нарушения, турбидитовый поток, которые необходимо учитывать при строительстве скважин.

Для наиболее эффективного использования карты опасных геологических процессов Южно-Киринского НГКМ необходимо рассматривать объекты не все одновременно активные, а по горизонтам, один за другим. Для определения степени предположительной опасности объекта необходимо сверяться со сводной таблицей опасностей, представленной в приложении диссертационной работы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Основными результатами диссертационного исследования являются следующие:

1. В ходе анализа батиметрических данных прибрежной площадки Одопту-море северо-восточного шельфа острова Сахалин выделены зоны ледовой эскарации, обусловленные выпавиванием стамухами морского дна.

2. Установлено, что на исследуемой площадке Северо-Венинского газоконденсатного месторождения аномалии магнитного поля территориально совпадают с особенностями волнового поля, что подтверждает их геологическое происхождение. В данном случае локальные магнитные максимумы обусловлены палеоуступами дочетвертичных отложений.

3. Для сейсмических данных, полученных в полевой сезон с 2010 по 2017 годы в пределах Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения в Охотском море, впервые разработан единый граф обработки, который был успешно апробирован на данных сейсморазведки высокого разрешения свыше 8000 погонных километров. В результате обработки сейсмических данных построены высококачественные сейсмические разрезы с едиными параметрами обработки, по которым проведена корреляция отражающих горизонтов и выполнено картирование геологических объектов на пересекающихся площадках исследований разных лет.

4. Получены новые данные об опасных геологических процессах на Южно-Кирином нефтегазоконденсатном месторождении. Выделены аномальные зоны газопроявлений и впервые разработана сводная карта опасных геологических процессов Южно-Киринского нефтегазоконденсатного месторождения.

5. По результатам комплексной интерпретации данных сейсморазведки высокого разрешения с данными газового каротажа подтверждена природа аномалий на сейсмических разрезах, связанных с газонасыщением. Для исключения риска выбросов приповерхностного газа при проходке верхней части разреза в местах аномальных зон, обозначенных на карте, требуется изменение точки заложения скважины. Наиболее опасным при проходке скважины является интервал 0–300 м от морского дна при наличии газа в разрезе, в связи с этим изменение точки заложения проектной скважины неизбежно при любом риске. При залегании локальных газовых аномалий свыше 300 м от морского дна применяются дополнительные технологии при бурении, такие, например, как использование цементных растворов с газоблокирующими добавками.

Развитие методов поиска опасных геологических процессов в акваториях, включая усовершенствование геофизического оборудования, программных средств обработки и интерпретации сейсмических данных, позволит в перспективе повысить качество выявления опасных геологических процессов и тем самым, во избежание экологических катастроф, уменьшить риск аварий при строительстве скважин.

По результатам проведенных исследований обоснованы три защищаемых положения.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в журналах из перечня ВАК:

1. **Лексин В.К.** Выявление геологических опасностей на Южно-Кирином нефтегазоконденсатном месторождении (шельф острова Сахалин) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019б. – № 4. – С. 51–58.
2. **Лексин В.К.**, Самарин В.И., Лисковский П.Н. Результаты интерпретации сейсмических разрезов при инженерных изысканиях в пределах Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения (шельф о. Сахалин) // Инженерные изыскания. – 2018. – № 9–10. – С. 64–73.
3. **Лексин В.К.** Применение сейсморазведки высокого разрешения для поисков локальных газовых аномалий на Южно-Кирином месторождении // Геосистемы переходных зон. – 2020. – Т. 4 № 4. – С. 384–392.
4. **Лексин В.К.** Комплексирование морских инженерно-геофизических исследований в прибрежной части Охотского моря // Инженерные изыскания. – 2020. – Т. XIV, № 6. – С. 56–61.
5. Шакиров Р.Б., Веникова А.Л., Соколова Н.Л., Обжиров А.И., Веселов О.В., Мальцева Е.В., Кузив Ф.В., **Лексин В.К.** Особенности аномальных газогеохимических полей в Восточно-Дерюгинском грабене Охотского моря // Геосистемы переходных зон. – 2021. – Т. 5 № 3. – С. 229–239.
6. **Лексин В.К.** Палеоврезы и газовые зоны плиоцен-четвертичных отложений на площадке инженерно-геологических изысканий на шельфе острова Сахалин // Геосистемы переходных зон. – 2021. – Т. 5. – № 4. – С. 320–327.
7. **Лексин В.К.**, Романюк В.А. Исследование ледовой экзарации в прибрежной части шельфа Сахалина // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2021. – № 6. – С. 94–100.

### Прочие публикации:

1. **Лексин В.К.** Геологические опасности по данным сейсморазведки высокого разрешения в пределах Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения // Тезисы докладов XX Уральской молодежной научной школы по геофизике. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2019а. – С. 132–136.
2. **Лексин В.К.**, Фетискин Г.Н., Лисковский П.Н., Самарин В.И. Единый алгоритм обработки данных 2D сейсморазведки высокого разрешения для морских площадей Южно-Кириного нефтегазоконденсатного месторождения (шельф о. Сахалин) // Науки о Земле. Современное состояние: материалы пятой Всероссийской молодежной научно-практической школы-конференции. – Республика Хакасия: НГУ, 2018. – С. 49–51.
3. **Лексин В.К.**, Самарин В.И. Комплексная интерпретация данных сейсморазведки высокого разрешения // Геодинамические процессы и природные катастрофы: тезисы докладов III Всероссийской научной конференции с международным участием. – Южно-Сахалинск: ФГБУН ИМГиГ, 2019. – С. 67.
4. **Лексин В.К.**, Фетискин Г.Н. Обработка данных 2D сейсморазведки высокого разрешения на примере исследования площадок шельфа о. Сахалин // Инженерная сейсморазведка-2018: тезисы докладов научно-практической конференции. – Москва: ЕНПП, 2018. – С. 50–54.

**ЛЕКСИН Василий Константинович**

**КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ  
СООРУЖЕНИЙ  
НА ШЕЛЬФЕ ОСТРОВА САХАЛИН**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

---

Подписано в печать 7.04.2022  
Уч.-изд. л. 0,9. Усл. печ. л. 1. Зак. 7986. Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в  
Участок офсетной и оперативной полиграфии  
ИМГиГ ДВО РАН  
693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки 1Б