

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ MultAlt ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

© 2025 Д.Ф. Калинин, Н.В. Большакова, А.С. Егоров, В.В. Глазунов

*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,
Санкт-Петербург, Россия, 199106; e-mail: onadima@mail.ru*

Поступила в редакцию 04.09.2025; после доработки 15.11.2025; принята в печать 25.12.2025

Вероятностный прогноз изучаемых целевых объектов выполнен на основе комплекса геологических данных, качественно характеризующих строение исследуемой площади. Методика такого прогноза, реализуемого в компьютерной технологии MultAlt, предполагает создание grid-планшетов с дискретным распределением состояний качественного геологического признака, составление обучающих таблиц экспертных баллов, заданных на основе имеющейся априорной геолого-геофизической информации и опыта проведения геологоразведочных работ в регионе. Безусловным преимуществом таких прогнозных построений является возможность учета различных экспертных мнений относительно состояний текущего качественного признака. При этом состояния интуитивно оцениваются геологами-экспертами в виде баллов, представляемых в обучающих таблицах и распределяемых в разном соотношении. На основе ранее проведенных геолого-геофизических исследований в пределах Охотско-Западно-Камчатского региона осуществлен формализованный прогноз нефтегазоносности по комплексу специально подготовленных качественных геологических признаков. Результаты представлены в виде карт вероятностей прогноза участков, перспективных на углеводородное сырье.

Ключевые слова: прогноз; нефтегазоперспективная площадь; геологические признаки; Охотско-Западно-Камчатский регион.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, геологическое истолкование результатов, полученных в ходе комплексного анализа пространственно многоуровневых, разнотипных и разномасштабных геоданных, сталкивается с существенными трудностями (Авербух, 1996; Дмитриевский, 1986, Черемисина и др., 2000). Следует признать, что геологические мнения во многом субъективны. При постановке и выполнении геологоразведочных работ фундаментальные знания об изучаемой среде базируются на эвристической (интуитивной) оценке, носящей зачастую нечеткий описательный характер. При отсутствии достаточных объемов разведочного бурения интерпретационные суждения о предполагаемых структурах глубинного строения, лежащие в основе любых прогнозных построений, могут оказаться весьма неоднозначными.

В геологоразведке известен принцип последовательных приближений, который заключается в поэтапном изучении недр по схеме «от общего к частному» (Богданов и др., 2003; Конторович и др., 2024; Павленко, 2020). Принцип последовательных приближений определяет цикличность исследований. При поисках и разведке полезных ископаемых он реализуется путем разделения геологоразведочного процесса на ряд этапов, в каждом из которых последовательно сужаются пространственные границы объектов исследований, а сами объекты изучаются с постепенно возрастающей детальностью. Анализ количественных геоданных (наблюденных геофизических полей, расчетных трансформант, геохимических признаков и др.) возможен на основе последовательного ряда физико-геологических и генетических моделей минерагенических таксонов различных рангов, находящихся отражение в структурно-морфо-

метрических особенностях указанных данных (Мовчан и др., 2022; Таловина и др., 2024; Senchina et al., 2023).

Закономерности формирования разведываемых объектов (полезных ископаемых и предпосылок их локализации) определяются многочисленными структурно-тектоническими, генетическими, геоморфологическими, возрастными и другими факторами (Довгань и др., 2024; Крикун и др., 2024; Синица, Прищепа, 2024). Для сокращения неоднозначности геологической интерпретации прогнозируемых минералогических объектов используются различные методы исследований, способы обработки данных, петрофизические, петрохимические, физико-геологические и физико-математические модели искомым объектов (Галкин, 1997; Конторович, 1981; Rose, 2001; Хаин, 2003). Весьма важен априорно накопленный опыт проведения геологоразведочных работ на апробируемой территории. Однако даже в этом случае однозначное геологическое истолкование результатов комплексной интерпретации геоданных затруднено в силу естественной изменчивости физических свойств горных пород и, зачастую, практически неотличимых физических параметров искомым объектов, которые могут иметь совершенно разную геологическую природу (Бабаянц, 2010; Яковлева и др., 2023).

Указанные обстоятельства позволяют сделать вывод о том, что содержательная геологическая интерпретация результатов любых геофизических работ должна носить вероятностный характер. Конечным продуктом регионального геофизического прогноза на всех стадиях исследований являются карты размещения целевых геологических объектов, увязываемых с вероятным наличием месторождений минерального сырья. В качестве интерпретационной основы необходимо использовать схему глубинного строения апробируемой территории (структурно-тектоническую схему), согласованную с прогнозно-минералогической картой Российской Федерации (Гусев, 2022; Петров и др., 2017). Содержательный анализ упомянутых картографических источников информации способствует экспертному выбору и логической увязке неформализованных (качественных) признаков, характеризующих целевой геологический объект.

Составление таблиц экспертных баллов при прогнозе целевых геологических объектов с использованием комплекса качественных признаков. При постановке прогнозной задачи в качестве целевых (искомых) объектов с номерами $v = 1, \dots, N$ могут быть выбраны зоны развития геолого-структурных обстановок, связываемых с возможным наличием месторождений полезных

ископаемых того или иного типа. Назначенные целевые объекты в процессе формализованных построений не переопределяются. Затем эксперт определяет набор качественных признаков с номерами $g = 1, 2, \dots, G$, в максимальной степени характеризующих целевые объекты. Каждый отдельно взятый качественный признак g характеризуется набором дискретных состояний, также назначаемых экспертом. Разные признаки могут иметь различное число M_g состояний. Дискретные состояния $m_g = 1, 2, \dots, M_g$ последовательно нумеруются согласно номинальной шкале. Смысловое содержание сформулированных дискретных состояний m_g определяется геологом-экспертом интуитивно на основе всестороннего анализа априорной геолого-геофизической информации (анализ геологических карт, литературных источников, опыт ранее проведенных работ, данные бурения и др.).

Интуитивное задание баллов (весов), характеризующих дискретные состояния качественных признаков, учитывает мнения геолога-эксперта о возможности реализации состояний m_g признака g для каждого целевого объекта v , а также для нецелевой альтернативы прогноза $v = 0$ (геологический фон). Следует подчеркнуть, что при постановке и решении прогнозной задачи экспертов может быть несколько. Учет интуиции и опыта каждого из них путем *комплексирования независимо выраженных мнений* о состояниях качественных признаков препятствует субъективизму в сложном и неоднозначном отождествлении результатов формализованного прогноза с реальной геологической действительностью.

Любой качественный признак характеризуется *обучающей таблицей экспертных баллов* для априори назначенного набора дискретных состояний. Соответствующий пример приведен в табл. 1. В левом столбце таблицы содержатся назначенные экспертом четыре дискретных состояния для качественного признака «тип метасоматоза». В правых столбцах обучающей таблицы для конкурирующих целевых альтернатив «А» (скарновые образования) и «В» (жильное оруденение), а также для нецелевой альтернативы «С» (геологический фон) эксперт проставляет баллы, основываясь на собственных интуитивных оценках из опыта работ. Оценка, проставляемая экспертом в виде целочисленных баллов, характеризует априорную вероятность реализации альтернатив для того или иного дискретного состояния. Для удобства задания оценок выбрана 100-бальная шкала. Для нецелевой альтернативы «С» («геологический фон») чаще всего предполагается *одинаковая реализуемость* назначенных дискретных состояний качественного признака g . В этом случае экспертные баллы в столбце принимаются одинаковыми и равными

Таблица 1. Пример обучающей таблицы экспертных баллов**Table 1.** Example of a training table of expert scores

Дискретные состояния m_g признака g («тип метасоматоза»)	Альтернативы v		
	Целевая «А» ($v = 1$) скарновые образования	Целевая «В» ($v = 2$) жильное оруденение	Нецелевая «С» ($v = 3$) геологический фон
1 – «контактный»	57	7	25
2 – «околожильный»	10	60	25
3 – «региональный»	28	28	25
4 – «автометасоматоз»	5	5	25

$100/M_g$, где M_g — число состояний. Сумма баллов в пределах любого столбца таблицы, соотносимого с целевыми объектами ($v = 1, v = 2$) или с геологическим фоном ($v = 0$), должна быть равна 100 вне зависимости от числа M_g .

Баллы характеризуют априорно ожидаемое проявление дискретного состояния m_g признака g для той или иной альтернативы v . При заполнении обучающей таблицы в каждом v -ом столбце необходимо сначала проставить максимальный балл, интуитивно отражающий наибольшую априорную вероятность реализации соответствующего состояния признака для альтернативы v .

Затем заполняются остальные ячейки данного столбца, при этом баллы отражают возможные проявления других дискретных состояний g -го признака по отношению к максимально вероятному состоянию. Таким образом, заполнение таблицы экспертных баллов производится последовательно *по столбцам* (альтернативам v). Важно как можно адекватнее отразить соотношения баллов для разных m_g состояний g -го признака. В результате перенормировки обучающая таблица экспертных баллов пересчитывается в таблицу *правдоподобий*, используемых при построении статистического решающего правила для данного g -го признака на этапе формализованной интерпретации (Калинин и др., 2023).

Обсуждаемый подход допускает комплексирование различных экспертных мнений относительно состояний текущего качественного признака при неизменных альтернативах v . В случае задания нескольких обучающих таблиц с различным числом M_g дискретных состояний, определенных *независимыми* экспертами для одного и того же признака g , важно отметить следующее. У разных экспертов могут существовать различные мнения по поводу соотношений баллов для тех или иных дискретных состояний g -го признака. При этом каждый эксперт должен самостоятельно заполнить собственную обучающую таблицу баллов. Методология «взвешивания» дискретных состояний позволяет трактовать каждую заполненную таблицу как новый, *независимый* качественный признак

и учитывать *любые* экспертные мнения при автоматизированном принятии вероятностных решений на этапе комплексирования (Бурков и др., 2021; Гольцман, 1982).

Подготовка интерпретируемых планшетов качественных признаков. Создание grid-планшета качественного признака предполагает образование числового массива, состоящего из значений номеров дискретных состояний признака. Числовой массив привязывается к узлам регулярной сети наблюдений в плоской прямоугольной системе координат. Результирующий grid-планшет, состоящий из номеров дискретных состояний признака в пределах интерпретируемой площади, сохраняется в файле формата GRD (Силкин, 2008).

Шаг следования узлов grid-планшета вдоль выбранной координатной оси постоянен, но для разных осей он может быть различным. Площадные цветовые конфигурации с распределениями номеров состояний в пределах апробируемой территории эксперт задает на основе анализа априорных данных (геологических, стратиграфических, литологических, тектонических, геоморфологических, гидрогеологических и др.), по возможности привлекая результаты бурения. Суммарное число узлов сети зависит от размеров апробируемой территории, масштаба исследований и поставленной геологической задачи. Процедура подготовки grid-планшетов качественных признаков сочетает ручные и автоматизированные приемы. Задание цветовых конфигураций в пределах исходного растрового изображения осуществляется в ручном режиме. Площадное распределение цветовых конфигураций соответствует представлениям геолога-эксперта о возможной реализации назначенных дискретных состояний признака, причем каждый цвет однозначно привязывается к тому или иному номеру состояния.

Заливка цветовых конфигураций соответствует шкале (легенде) оттенков, число которых равно числу дискретных состояний. Растровые цветовые планшеты могут быть подготовлены с помощью стандартных ГИС-пакетов и графических редакторов (MapInfo, ArcView, AutoCad, Surfer, PhotoShop, CorelDraw и др.). Участки

растрового планшета, в которых дискретные состояния признака не определены, маркируются белым или черным цветом.

Компьютерная технология MultAlt (Калинин и др., 2023), используемая нами для вероятностного прогноза целевых геологических объектов, предусматривает операции подготовки исходных растровых планшетов, связываемых с дискретными состояниями качественных геологических признаков (рис. 1). Технология MultAlt содержит специальные модули для создания, редакции, оцифровки цветных растровых планшетов с векторизацией растров в grid-планшеты номеров дискретных состояний.

Во время векторизации (сканирования) растрового изображения видеоадаптер компьютера автоматически фиксирует цветовую палитру, связываемую с дискретными состояниями качественного признака согласно аддитивной RGB-модели (Порев, 2002). В окне дискретизации состояний признака «тип метасоматоза» в правом столбце таблицы цветовых кодов для каждого цвета задаются коды (номера) соответствующих состояний (рис. 2). Фиксируются также размеры и координатные параметры результирующего grid-планшета. В результате отождествления текущего цвета палитры с тем

или иным номером состояния в каждом узле grid-планшета выполняется однозначное векторное преобразование «цвет-код». Число узлов строго равно числу точек исходного растрового изображения. Узлы grid-планшета с неопределенными дискретными состояниями (белый цвет) засеваются при векторизации кодом отсутствия данных $1.70141E+38$.

Следует отметить, что весьма эффективной может оказаться автоматическая оцифровка цветных растровых изображений посредством специального модуля, входящего в состав компьютерной технологии COSCAD-3D (Петров и др., 2017). В отличие от обсуждаемого нами ранее варианта этот модуль позволяет регулировать в процессе оцифровки число реально обрабатываемых цветов в зависимости от качества исходного раstra.

Рассмотренные процедуры задания обучающих таблиц дискретных состояний и цветового кодирования grid-планшетов применяются для каждого качественного признака, отбираемого в комплекс. Обучающие таблицы экспертных баллов являются основой для расчета решающих правил с использованием статистических критериев вероятностного принятия решений об искомых целевых объектах. Для каждого

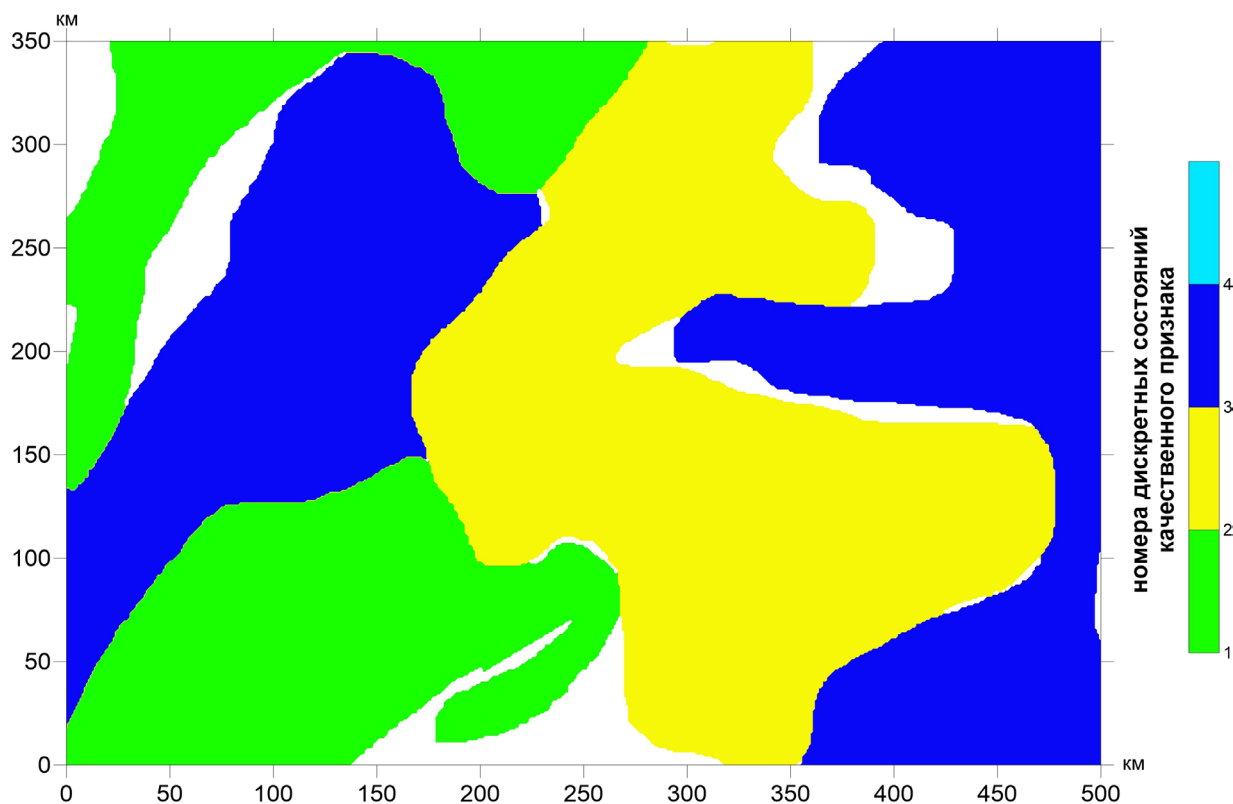


Рис. 1. Пример исходного растрового планшета для качественного признака «тип метасоматоза» (см. табл. 1). Цвета соответствуют номерам дискретных состояний. Белый цвет соответствует участкам с отсутствием данных о дискретных состояниях.

Fig. 1. Example of the original raster plot for the "metasomatism type" feature (see Table 1). Colors correspond to the numbers of discrete state. White corresponds to areas with no data on discrete states.

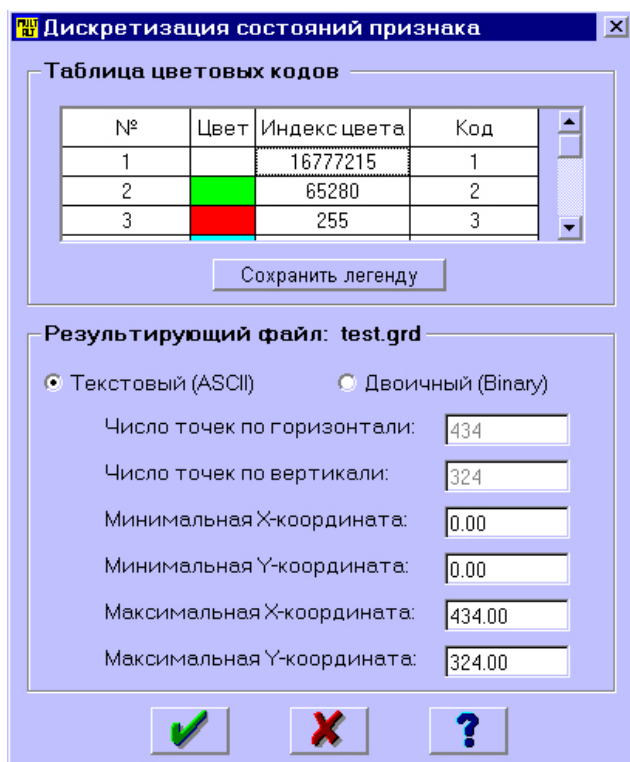


Рис. 2. Диалоговое окно для задания дискретных состояний качественного признака «тип метасоматоза».

Fig. 2. Dialog box for specifying discrete states of the qualitative feature «type of metasomatosis».

качественного признака, а также для их комплекса рассчитываются оценки эффективности формализованных решений (Калинин и др., 2023). В случае низкой эффективности состав комплекса качественных признаков должен быть пересмотрен.

Пример использования методики формализованной оценки нефтегазоносности по комплексу качественных признаков в Охотско-Западно-Камчатском регионе. Для демонстрации методики формализованных геолого-прогнозных построений, связываемых с оценкой нефтегазоносности по комплексу геологических признаков, была выбрана шельфово-прибрежная зона западе п-ова Камчатка с прилегающей акваторией Охотского моря (рис. 3). На площади исследования обособливаются сугубо морские прогибы, выделяемые в рамках нефтегазогеологического районирования в отдельные области и районы — впадина ТИНРО, Гижигинский самостоятельный перспективно нефтегазоносный район (СПНГР), Шелиховский и Южно-Шельфовый перспективно нефтегазоносные районы (ПНГР). Два последних района занимают большую часть западно-камчатского шельфа и входят в состав Западно-Камчатской нефтегазоносной области (НГО). Прибрежно-морские прогибы, выделенные в Воямпольский, Хайрюзовский, Ичинский и

Колпаковский нефтегазоносные и перспективно нефтегазоносные районы (НГР и ПНГР), занимают положение по обе стороны от береговой линии, т.е. продолжают с суши Западной Камчатки на акваторию (Петрищевский, 2025).

Ввиду существенной разрозненности геолого-геофизических материалов, связанной с особенностями проведения работ на суше и на море, представляется целесообразным использование обобщающих карт и схем для выполнения формализованного прогноза нефтегазоносности по ряду геологических признаков. Многолетние исследования региона позволили получить основные представления о глубинном строении, закономерностях локализации нефтегазоперспективных структур, составе пород-коллекторов, выполнить количественную оценку ресурсов нефти и газа (Белонин и др., 2003; Мельников и др., 2022).

С учетом результатов ранее проведенных исследований в качестве комплекса геологических признаков нами были выбраны: мощность осадочных отложений, типы прогибов и поднятий, преимущественный состав терригенного разреза, характер предполагаемого насыщения, плотность ресурсов углеводородов (табл. 2). Геологическая значимость исходных качественных признаков характеризуется степенью изученности территории района исследований (Калинин и др., 2023). Ранжирование геологических признаков по степени значимости опиралось на результаты многолетних исследований Колпаковского района Западной Камчатки, где в настоящее время открыты 4 газоконденсатных месторождения.

В табл. 2 для каждого использованного геологического признака приводятся:

- пронумерованный набор дискретных состояний признака с описанием;
- целочисленные значения экспертных баллов, характеризующих состояния признака для искомого целевого объекта (наличие нефтегазоносности) и для нецелевой альтернативы (заведомое отсутствие нефтегазоносности);
- цвет оттенка, сопряженного с соответствующим номером состояния признака.

Схематическое изображение grid-планшета с площадным распределением номеров состояний, показанным в виде комбинации цветовых оттенков, представлено на рис. 4.

Первым признаком, вовлеченным в набор данных для выполнения формализованного прогноза, стала *мощность осадочных отложений*. Исходными данными послужила карта кровли акустического фундамента (Белонин и др., 2003; Большакова, 2022). Мощность осадочного чехла является ключевым параметром при проведении нефтегазогеологического районирования.

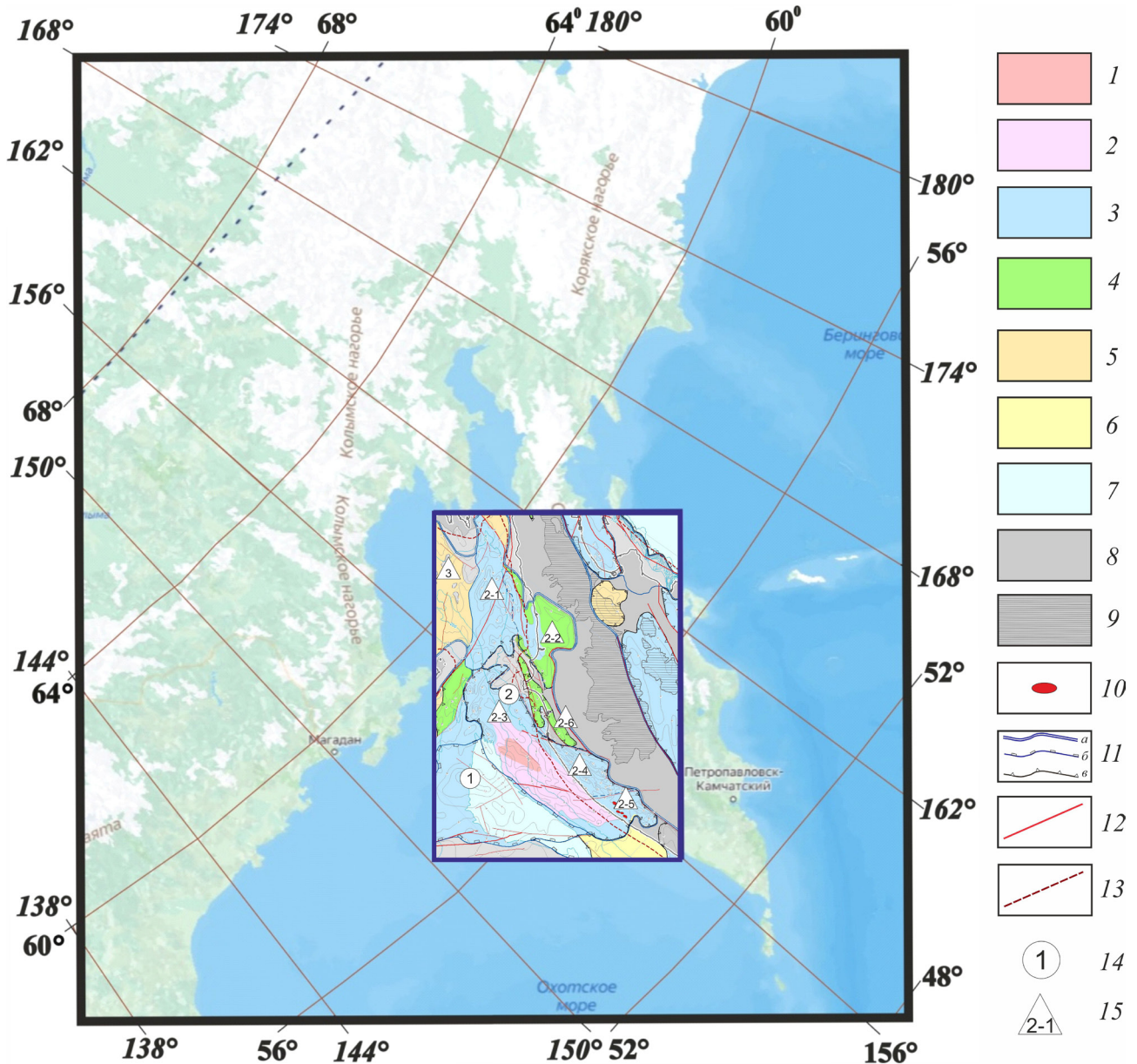


Рис. 3. Схема положения площади исследований с фрагментом карты нефтегазогеологического районирования Охотско-Западно-Камчатского региона (по материалам ФГУП «ВНИГРИ» с дополнениями): 1–6 — плотность ресурсов УВ, тыс. т/км²: 1 — (50–100); 2 — (30–50); 3 — (10–30); 4 — (5–10); 5 — (3–5); 6 — (<3); 7 — осадочный чехол глубоководной части акватории; 8 — области отсутствия осадочных отложений (выходы фундамента на дневную поверхность или морское дно); 9 — Курило-Камчатский вулканический пояс; 10 — газоконденсатные месторождения; 11 — границы нефтегазоносных структур: а — провинций; б — областей; в — районов; 12 — разломы земной коры; 13 — граница 200-мильной зоны; 14 — номера областей Охотской нефтегазоносной провинции (1 — Тинровская ПНГО; 2 — Западно-Камчатская НГО); 15 — номера районов (2.1 — Шелиховский ПНГР; 2.2 — Воямпольский ПНГР; 2.3 — Южно-Шельфовый ПНГР; 2.4 — Ичинский ПНГР; 2.5 — Колпаковский НГР; 2.6 — Хайрюзовский ПНГР; 3 — Гижигинский СПНГР).

Fig. 3. Scheme of the study area location with a fragment of the oil and gas geological zoning map of the Okhotsk-West Kamchatka region (based on materials of FSUE VNIGRI with additions): 1–6 — hydrocarbon resource density, thousand t/km²: 1 — (50–100); 2 — (30–50); 3 — (10–30); 4 — (5–10); 5 — (3–5); 6 — (<3); 7 — sedimentary cover of the deep-water part of the water area; 8 — areas of absence of sedimentary deposits (basement outcrops on the day surface or the seabed); 9 — Kuril-Kamchatka volcanic belt; 10 — gas condensate fields; 11 — boundaries of oil and gas bearing structures: a — provinces; б — regions; в — districts; 12 — crustal faults; 13 — 200-mile zone boundary; 14 — Okhotsk oil and gas province region numbers (1 — Tinrovskaya OGP; 2 — West Kamchatka OGP); 15 — district numbers (2.1 — Shelikhovskiy OGP; 2.2 — Voyampolskiy OGP; 2.3 — South-Shelf OGP; 2.4 — Ichinskiy OGP; 2.5 — Kolpakovsky OGP; 2.6 — Khairyuzovsky OGP; 3 — Gizhiginskiy SPNGP).

Таблица 2. Обучающая таблица экспертных баллов дискретных состояний геологических признаков (Охотско-Западно-Камчатский регион)**Table 2.** Training table of expert scores for discrete states of geological features (Okhotsk-West Kamchatka region)

Дискретные состояния геологического признака	Целевой объект ($v = 1$)	Нецелевой (фоновый) объект ($v = 0$)	Цвет, сопряженный с дискретным состоянием признака
1	2	3	4
Признак 1 — Мощность осадочного чехла, км (рис. 4а)			
1) 0–1 км	2	14	красно-коричневый
2) 1–2 км	10	14	фиолетовый
3) 2–3 км	26	14	оранжевый
4) 3–5 км	23	14	желтый
5) 5–7 км	21	14	зеленый
6) >7 км	18	15	синий
7) бесперспективные земли	0	15	темно-зеленый
Признак 2 — Тип поднятий и прогибов (рис. 4б)			
1) инверсионные поднятия	45	25	зеленый
2) межрифтовые поднятия	20	25	синий
3) рифтогенные прогибы (области развития осадочного чехла)	35	25	желтый
4) вулканические покровы (области отсутствия осадочного чехла)	0	25	оранжевый
Признак 3 — Плотность ресурсов в зонах возможного нефтегазонакопления, тыс. т/км² (рис. 4в)			
1) 500–1000 тыс. т/км ²	23	11	темно-синий
2) 200–500 тыс. т/км ²	20	11	оранжевый
3) 100–200 тыс. т/км ²	17	11	красный
4) 50–100 тыс. т/км ²	14	11	синий
5) 30–50 тыс. т/км ²	11	11	розовый
6) <30 тыс. т/км ²	8	11	коричневый
7) без оценки	5	11	зеленый
8) ресурсы вне зоны возможного нефтегазо-накопления	2	12	желтый
9) бесперспективные земли	0	11	голубой
Признак 4 — Состав осадочного комплекса для продуктивных отложений утхолокской свиты (рис. 4г)			
1) преимущественно пески	45	20	желтый
2) пески и алевролиты с прослоями глин	35	20	оранжевый
3) глины с прослоями песков или алевролитов	15	20	зеленый
4) преимущественно глины	5	20	синий
5) суша, главным образом области размыва	0	20	темно-зеленый
Признак 5 — Состав осадочного комплекса для продуктивных отложений хромовской подсвиты (рис. 4д)			
1) преимущественно пески	45	20	желтый
2) пески и алевролиты с прослоями глин	35	20	оранжевый
3) глины с прослоями песков или алевролитов	15	20	зеленый

Таблица 2. Окончание

Table 2. Continued

1	2	3	4
4) преимущественно глины	5	20	синий
5) суша, главным образом области размыва	0	20	темно-зеленый
Признак 6 — Состав осадочного комплекса для продуктивных отложений точилинской подсвиты (рис. 4е)			
1) преимущественно пески	45	20	желтый
2) пески и алевролиты с прослоями глин	35	20	оранжевый
3) глины с прослоями песков или алевролитов	15	20	зеленый
4) преимущественно глины	5	20	синий
5) суша, главным образом области размыва	0	20	темно-зеленый
Признак 7 — Тип флюида (рис. 4ж)			
1) газонефтяной	55	25	синий
2) нефтегазовый	15	25	зеленый
3) газоконденсатный	15	25	желтый
4) газовый	15	25	красный

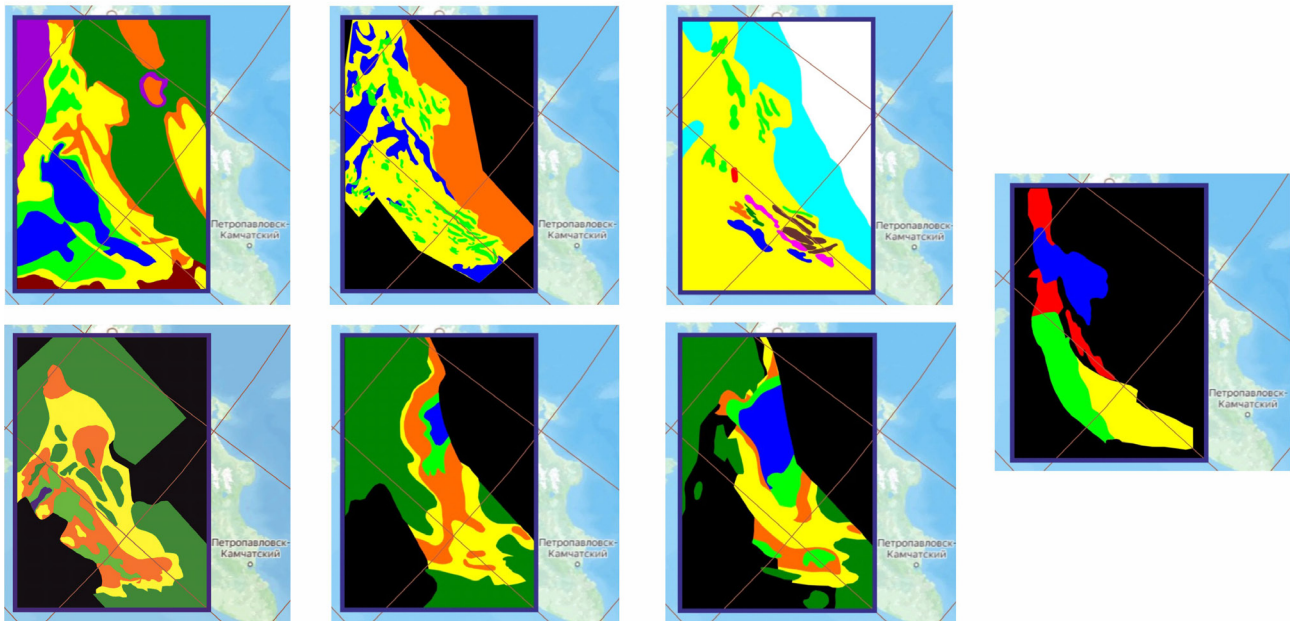


Рис. 4. Grid-планшеты дискретных состояний геологических признаков (цветом показаны дискретные состояния геологических признаков в соответствии с табл. 2): *a* — мощность осадочного чехла; *b* — типы поднятий и прогибов; *c* — плотность ресурсов в ЗВНГН; *d* — состав осадочного комплекса для продуктивных отложений утхолокской свиты; *e* — состав осадочного комплекса для продуктивных отложений хромовской подсвиты; *ж* — тип предполагаемого флюида.

Fig. 4. Grid-tablets of discrete states of geological features (the colors indicate discrete states of geological features in accordance with Table 2): *a* — thickness of sedimentary cover; *b* — types of uplifts and depressions; *c* — density of resources in the zone of possible oil and gas accumulation; *d* — composition of the sedimentary complex for productive deposits of the Utkholok Subformation; *e* — composition of sedimentary complex for productive deposits of the Khromovskaya Subformation; *ж* — type of inferred fluid.

Глубина залегания кайнозойских отложений в исследуемом районе характеризуется значительной изменчивостью: на Центрально-Охотском и Соболевском поднятиях их мощность составляет первые десятки метров, в то время как в глубоководной впадине Тинро оценивается в 8–10 км. В Колпаковском НГР верхнемеловые отложения вскрыты на неполную мощность на глубине 2706 м. Продуктивные залежи газоконденсата открытых месторождений располагаются на глубине от 982 м до 2409 м.

С учетом широкого диапазона изменения мощности осадочного чехла Охотско-Западно-Камчатского региона, площадь исследований была разделена на 7 зон, где глубина поверхности фундамента составляет от 0 до >7 км. Наиболее нефтегазоперспективными областями, согласно распределению экспертных баллов, признаны районы с мощностью осадочных отложений от 2 до 5 км, что соответствует дискретным состояниям признака под номерами 3 и 4. Районы, где мощность кайнозойских пород превышает 5–7 км, обычно соотносятся с глубоководными впадинами шельфа Западной Камчатки и рифтами глубокого заложения. Они, в свою очередь, представляют меньший прогнозно-поисковый интерес из-за ухудшения фильтрационно-емкостных свойств (глинизации) коллекторов на больших глубинах. К неперспективным с точки зрения нефтегазоносности отнесены ареалы развития вулканитов Срединного хребта Камчатки, обозначенные на рис. 4а темно-зеленым цветом (дискретное состояние 7). Предложенная дифференциация мощности осадочного чехла и распределение экспертных баллов основывается на данных глубокого бурения в разных районах Западно-Камчатской НГО и информации о вскрытых скважинами интервалах разреза, где были встречены нефтегазопроявления и открыты залежи газоконденсата.

Основные перспективы обнаружения ловушек нефти и газа в рассматриваемом регионе связываются с инверсионными поднятиями и, в меньшей степени, с межрифтовыми, сформированными в результате трансгрессии в позднем олигоцене-плиocene. Разделяющие их рифтогенные прогибы, образованные при растяжении земной коры, также перспективны для постановки нефтегазопроисковых работ (Харахинов, 2020; Prischepa, 2023). На площади исследований выделяются области, соответствующие четырем дискретным состояниям признака 2, характеризующим типы поднятий (инверсионные и межрифтовые), прогибы и области развития вулканитов (табл. 2). Области развития инверсионных поднятий (дискретное состояние 1) характеризуются повышенной значимостью при выполнении прогнозных построений, в то время

как вулканические покровы (дискретное состояние 4) не представляют интереса для поисков нефти и газа.

Характеристика плотности ресурсов углеводородов, оцененная в зонах возможного нефтегазонакопления (ЗВНГН), соответствует девяти дискретным состояниям признака 3, вовлекаемого в прогнозные построения. Согласно методологическим подходам, описанным в статье (Прищепа, 2008) под ЗВНГН понимают группу геологически связанных перспективных ловушек, хорошо изученных сейсморазведкой и характеризующихся достоверно закартированными локальными структурами с учетом геохимического и литологического факторов. В пределах ЗВНГН плотность ресурсов существенно выше в сравнении с остальной площадью осадочных бассейнов. Следует подчеркнуть, что приведенные градации числовых диапазонов плотностей ресурсов УВ (табл. 2) достаточно условны, вследствие чего признак 3 позиционируется как качественный с соответствующей фиксацией дискретных состояний.

Признаки 4–6 характеризуют состав осадочного комплекса для продуктивных отложений, связываемых с литологическими особенностями строения утхолокской и ковачинской свит. Последняя, в свою очередь, подразделяется на хромовскую и точилинскую подсвиты.

Утхолокская свита (олигоцен) — главный доказанный продуктивный интервал кайнозойского разреза Западной Камчатки (Мельников и др., 2022; Швецов, Тарасова, 2024). Промышленные скопления газоконденсата здесь установлены на всех четырех открытых месторождениях. В работе (Белонин и др., 2003) отмечается, что коллекторы с удовлетворительными фильтрационно-емкостными свойствами следует ожидать и в нижних подсвитах ковачинской свиты. Хромовская подсвита наиболее интересна как толща, располагающая реальными коллекторами нефти и газа, при этом точилинская подсвита представлена существенно глинистыми породами (Мазарович и др., 2010; Севостьянов, 1964).

Результаты нефтегазопроисковых работ свидетельствуют о значительных изменениях литологического состава и петрофизических свойств пород, слагающих утхолокскую и ковачинскую свиту. Как следует из анализа табл. 2, для признаков 4, 5, 6, связываемых с распространением литотипов на исследуемой площади, используются одинаковые наборы дискретных состояний с одинаковыми раскладками экспертных баллов. Наибольшими баллами характеризуются продуктивные отложения в виде песков и алевролитов, как возможных коллекторов нефти и газа. Однако распределения площадных цветовых конфигураций, характеризующих дискретные

состояния на соответствующих grid-планшетах (рис. 4), сильно различаются.

Последний использованный признак 7 с четырьмя дискретными состояниями обозначен как *тип флюида*. Априорно судить о наиболее ожидаемом типе флюида в пределах исследуемой территории достаточно сложно. В табл. 2 дискретное состояние признака 7, увязываемое с газонефтяным типом, представляется эксперту наиболее вероятным и характеризуется максимальным баллом (55). Однако другой эксперт, интуитивно оценивающий состояния данного признака, мог бы предложить свой вариант с изменением раскладки баллов в пользу любого другого типа флюида. При необходимости вто-

рой эксперт мог бы представить и обновленное площадное распределение цветовых конфигураций для ожидаемых типов флюида в виде соответствующего grid-планшета. Тем самым, взвешенные мнения о состояниях данного качественного признака, представленные двумя *независимыми* экспертами, были бы учтены и скомплексированы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обучающие таблицы экспертных баллов (табл. 2) и подготовленные grid-планшеты (рис. 4) были использованы для регионального прогноза потенциально нефтегазоносных участков

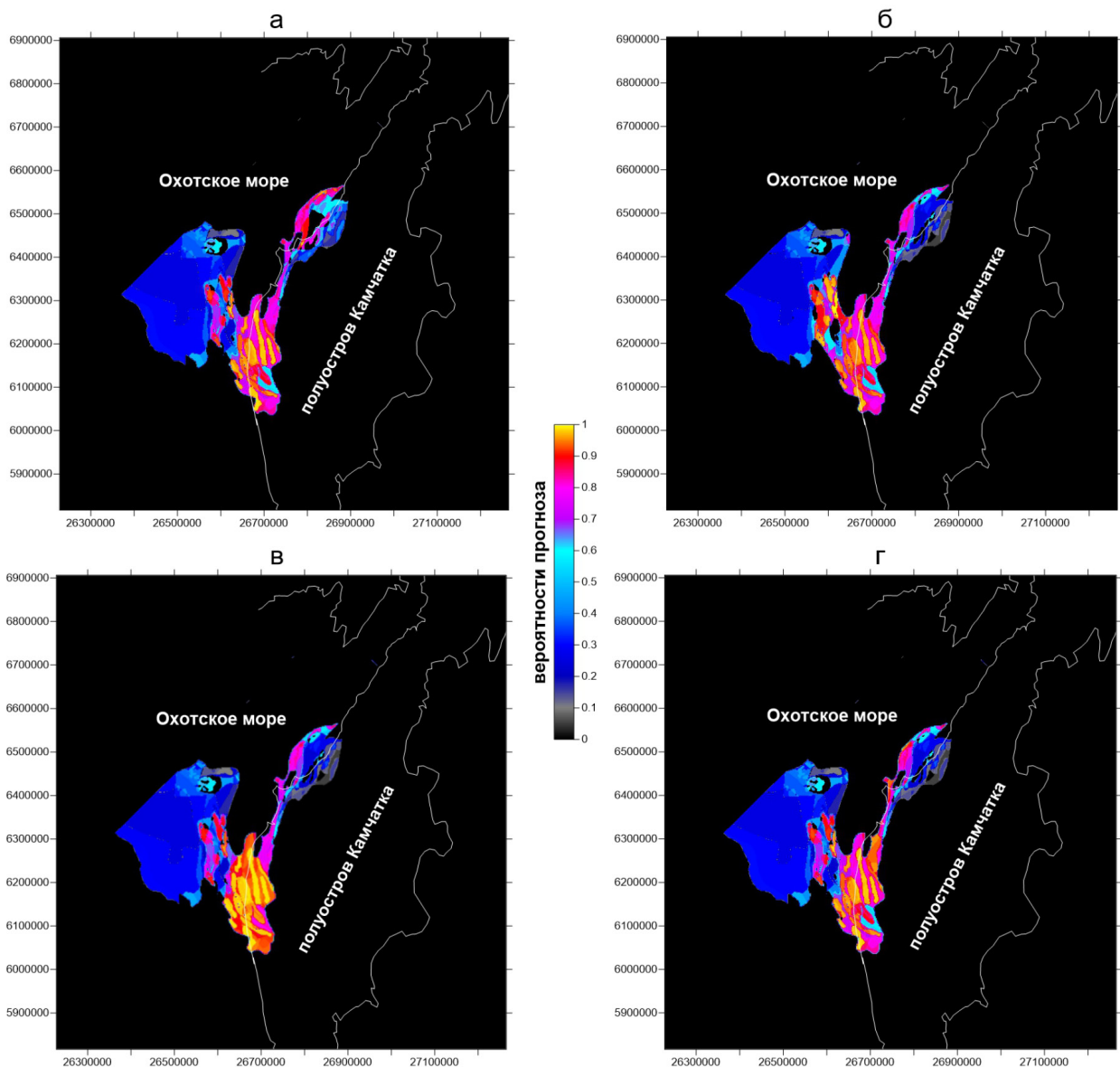


Рис. 5. Карты вероятности прогноза участков Охотско-Западно-Камчатского региона, перспективных на УВ: *a* — преимущественно газонефтяной тип; *б* — преимущественно нефтегазовый тип; *в* — преимущественно газоконденсатный тип; *г* — преимущественно газовый тип.

Fig. 5. Probability maps for the Okhotsk-West Kamchatka region, promising for hydrocarbons: *a* — predominantly gas and oil type; *b* — predominantly oil and gas type; *v* — predominantly gas condensate type; *z* — predominantly gas type.

в шельфово-прибрежных зонах Западно-Камчатского бассейна. В большинстве стандартных процедур многомерной комплексной обработки число признаков, представленных матричными grid-планшетами, должно быть одинаково во всех апробируемых узлах регулярной сети. Отличительной особенностью компьютерной технологии MultAlt является то, что если в текущем узле регулярной сети заданы не все признаки (для отсутствующих использован код неопределения 1.70141E+38), узел тем не менее не выбрасывается из обработки, а *продолжает* участвовать в процессе автоматизированного построения решений с сокращенным числом признаков. Вне зависимости от этого числа результаты комплексной интерпретации будут получены с учетом *взвешенной вероятностной оценки* прогнозируемых целевых объектов. Стандартные процедуры площадного наложения совмещаемых информационных слоев в виде совокупности grid-планшетов, широко используемые в современной ГИС-картографии (электронный «световой стол»), не дают возможности поточечного вероятностного анализа результатов прогнозных построений.

На рис. 5 представлены результаты прогноза нефтегазоперспективных площадей на апробируемой территории. Каждый вариант прогноза использовал одни и те же обучающие таблицы экспертных баллов с соответствующими цветовыми grid-планшетами дискретных состояний для качественных признаков с номерами 1–6. (табл. 2). Видимые отличия прогнозных карт друг от друга обусловлены четырьмя альтернативными раскладками экспертных баллов в обучающей таблице для признака 7. Максимальный балл в каждом из четырех вариантов данной обучающей таблицы соответствовал наиболее ожидаемому дискретному состоянию (типу флюида), минимальный балл — наименее ожидаемому. При этом расположение цветовых конфигураций, характеризующих площадные распределения дискретных состояний на grid-планшете признака 7, было фиксировано во всех четырех вариантах.

Зоны с высокой вероятностью обнаружения целевых объектов независимо накладываются на известные зоны возможного нефтегазонакопления, что говорит о корректности прогнозных построений. Основные перспективы нефтегазонаосности Западно-Камчатского бассейна связываются с акваторией Охотского моря, где могут находиться наиболее крупные и потенциально ресурсоемкие залежи углеводородов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания FSRW-2024-0008 «Исследование термодинамических процессов Земли с позиции генезиса углеводородов на больших глубинах».

Авербух А.Г. Проблемы методологии комплексных геофизических исследований // Вопросы методологии интерпретации геофизических данных в прикладной геофизике» М.: изд-во РАН-ЕАГО, 1996 г. С. 64–68. [*Averbukh, A.G.* Problems of the Methodology of Complex Geophysical Studies. In: Questions of the Methodology of Interpretation of Geophysical Data in Applied Geophysics. Moscow: RAN-EAGO, 1996. P. 64–68 (in Russian)].

Бабаянц П.С. Формальные методы при неформальной геологической интерпретации комплексных геофизических данных // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей // Материалы 37-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского: М.: ИФЗ РАН, 2010. С. 34–39 [*Babayanz P.S.* Formal Methods in the Informal Geological Interpretation of Complex Geophysical Data // Issues in the Theory and Practice of Geological Interpretation of Gravitational, Magnetic, and Electrical Fields / Proceedings of the 37th Session of the D. G. Uspensky International Seminar: Moscow, IPF RAS, 2010. P. 34–39 (in Russian)].

Белонин М.Д., Григоренко Ю.Н., Маргулис Л.С. и др. Разведочный потенциал Западной Камчатки и сопредельного шельфа (нефть и газ). СПб.: Недра, 2003. 120 с. [*Belonin M.D., Grigorenko Yu.N., Margulis L.S., et al.* Exploration Potential of Western Kamchatka and the Adjacent Shelf (Oil and Gas). St. Petersburg: Nedra, 2003. 120 p. (in Russian)].

Большакова Н.В. Глубинное строение северного фланга Охотской нефтегазонаосной провинции по данным комплексных геолого-геофизических исследований: Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. СПб, 2022. 20 с. [*Bolshakova N.V.* Deep structure of the northern flank of the Okhotsk oil and gas province according to the data of complex geological and geophysical studies: Abstract. Dissertation of the Candidate of Geological Sciences. St. Petersburg, 2022. 20 p. (in Russian)].

Бурков Е.А., Падерно П.И., Толкачева Е.А., Сатторов Ф.Э. Оценки и прогнозирование результатов групповой классификационной экспертизы при использовании принципа среднего // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2021. № 8. С. 60–68 [*Burkov E.A., Paderno P.I., Tolkacheva E.A., Sattorov F.E.* Estimations and Forecasting of the Results of Group Classification Expertise Using the Average Principle // Izvestiya SPbGETU «LETI». 2021. № 8. P. 60–68 (in Russian)].

Богданов Л.А., Калинин Д.Ф., Нахабцев А.С. Геофизический прогноз — один из важнейших элементов процесса воспроизводства минерально-сырьевой базы России // Разведка и охрана недр. 2003. № 4. С. 29–31 [*Bogdanov L.A., Kalinin D.F., Nakhabtsev A.S.* Geophysical Forecasting as an Essential Element of the Process of Reproducing Russia's Mineral Resources // Prospect and protection of mineral resources. 2003. № 4. P. 29–31 (in Russian)].

Галкин В.И., Галкин С.В., Левинзон И.Л., Пономарев В.А. Прогнозирование нефтегазонаосности локальных структур вероятностно-статистиче-

- скими методами // Нефть и газ. 1997. № 1. С. 31–35 [Galkin V.I., Galkin S.V., Levinzon I.L., Ponomarev V.A. Prediction of Oil and Gas Potential of Local Structures Using Probabilistic and Statistical Methods // Oil and Gas. 1997. № 1. P. 31–35 (in Russian)].
- Гольцман Ф.М. Физический эксперимент и статистические выводы. Л.: Изд-во ЛГУ. 1982. 192 с. [Goltsman F.M. Physical Experiment and Statistical Conclusions. Leningrad: Leningrad State University Press, 1982. 192 p. (in Russian)].
- Гусев Е.А. Итоги и перспективы геологического картирования арктического шельфа России // Записки Горного института. 2022. Т. 255. С. 290–298 [Gusev E.A. Results and prospects of geological mapping of the Arctic shelf of Russia // Journal of Mining Institute. 2022. V. 255. P. 290–298. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.50>].
- Дмитриевский А.И. Основные принципы естественно-целевого подхода в геологии и методологические основы системно геологических исследований. Методологические исследования в геологии и геофизике. Новосибирск: Наука, 1986. С. 145–149 [Dmitriyevsky A.I. The Main Principles of the Natural-Purpose Approach in Geology and Methodological Foundations of System-Geological Research. Methodological Research in Geology and Geophysics: Collection of Articles. Novosibirsk: Nauka, 1986. P. 145–149. (in Russian)].
- Довгань И.А., Мартынов А.В., Грохотов Е.И. Технологии прогноза и поисков залежей нефти и газа в клиноформах колганской толщи Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Горный журнал. 2024. № 9. С. 4–11. <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.09.01> [Dovgan I.A., Martynov A.V., Grokhotov E.I. Oil and gas reservoirs in clinoforms of the kolgan strata in the volga-ural oil and gas province: forecast and survey technologies // Gornyi Zhurnal. 2024. № 9. P. 4–11(in Russian)].
- Калинин Д.Ф., Егоров А.С., Большакова Н.В., Секерина Д.Д. Информационно-статистический прогноз нефтегазоносности в краевой части Корякско-Камчатской складчатой области // Вестник Камчатской региональной ассоциации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2023. № 1. Вып. 5. С. 63–88. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2023-1-57-63-88> [Kalinin D.F., Egorov A.S., Bolshakova N.V., Sekerina D.D. Information and statistical forecast of oil and gas potential in the marginal part of the Koryak-Kamchatka folded region // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2023. № 1(57). P. 63–88 (in Russian)].
- Конторович А.Э., Фотиади Э.Э., Демин В.И. и др. Прогноз месторождений нефти и газа. М.: Недра, 1981. 350 с. [Kontorovich A.E., Fotidi E.E., Demin V.I., et al. Forecast of Oil and Gas Deposits. Moscow: Nedra, 1981. 350 p. (in Russian)].
- Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Губин И.А. и др. Глубокопогруженные нефтегазовые системы нижнего палеозоя на востоке Сибирской платформы: геолого-геофизическая характеристика, оценка ресурсов углеводородов // Записки Горного института. 2024. Т. 269. С. 721–737 [Kontorovich A.E., Burshtein L.M., Gubin I.A. et al. Deep-buried Lower Paleozoic oil and gas systems in eastern Siberian Platform: geological and geophysical characteristics, estimation of hydrocarbon resources // Journal of Mining Institute. 2024. V. 269. P. 721–737 (in Russian)].
- Крикун Н.С., Бабенко И.А., Таловина И.В., Дурягина А.М. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности неогеновых отложений южного сегмента Курильской островодужной системы // Russian Journal of Earth Sciences. 2024. Т. 24. № 2. С. ES2001. <https://doi.org/10.2205/2024ES000905> [Krikun N.S., Babenko I.A., Talovina I.V., Duryagina A.M. Geological Structure and Perspectives of Oil and Gas Bearing in Neogene Sediments of the Southern Part of the Kuril Island Arc System// Russian Journal of Earth Sciences. 2024. V. 24. № 2. P. ES2001. (in Russian)].
- Мазарович А.О., Соловьев А.В., Моисеев А.В. и др. Деформации третичных комплексов Западной Камчатки (Тоцилинский разрез) // Доклады Академии наук. 2010. Т. 433. № 1. С. 62–66 [Mazarovich A.O., Solovyov A.V., Moiseev A.V., et al. Deformations of the Tertiary Complexes of Western Kamchatka (Tochilinsky Section) // Doklady Akademii Nauk. 2010. V. 433. № 1. P. 62–66 (in Russian)].
- Мельников П.Н., Соловьев А.В., Ахмедсафин С.К. и др. Уточнение количественной оценки начальных суммарных ресурсов углеводородов на суше Камчатского края // Геология нефти и газа. 2022. № 4. С. 5–25. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2022-4-5-25> [Mel'nikov P.N., Soloviev A.V., Akhmedsafin S.K. et al. Total initial onshore hydrocarbon resources of the Kamchatka Region: updating the quantitative estimate. Geologiya nefiti i gaza. 2022. № 4. P. 5–25 (in Russian)].
- Мовчан И.Б., Шайгаллямова З.И., Яковлева А.А. Выявление факторов структурного контроля коренных золоторудных проявлений методом беспилотной аэромагниторазведки на примере Нерюнгринского района Якутии // Записки Горного института. 2022. Т. 254. С. 217–233. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.23> [Movchan I.B., Shaygallyamova Z.I., Yakovleva A.A. Identification of structural control factors of primary gold ore occurrences by method of unmanned aeromagnetic survey by the example of the Neryun-grisky district of Yakutia. Journal of Mining Institute. 2022. V. 254. P. 217–233].
- Павленко Ю.В. Научные и методологические принципы изучения недр: электронная монография. Чита: ЗабГУ, 2020. 186 с. [Pavlenko Yu.V. Scientific and Methodological Principles of Subsoil Study: Electronic Monograph. Chita: ZabSU, 2020. 186 p. (in Russian)].
- Петрищевский А.М. Реологические, термометрические и геохимические признаки нефтегазоносности шельфа Западной Камчатки // Вестник Камчатской региональной ассоциации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. 2025. № 1. Вып. 65. С. 38–48. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2025-1-65-38-48> [Petrishchevsky A.M. Rheological, thermometric, and geochemical signs of oil and gas potential of the Western Kamchatka shelf Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. P. 2025. № 1(65). P. 38–48 (in Russian)].
- Петров А.В., Демуря Г.В., Зиновкин С.В. Компьютерная технология статистического и спектрально-корре-

- ляционного анализа данных COSCAD 3d и практические результаты // Недропользование – XXI век. 2017. № 1. С. 46–61 [Petrov A.V., Demura G.V., Zinovkin S.V. Computer Technology of Statistical and Spectral-Correlation Analysis of COSCAD 3d Data and Practical Results // Nedropol'zovanie XXI vek. 2017. № 1. P. 46–61 (in Russian)].
- Петров О.В., Морозов А.Ф., Молчанов А.В. и др. Прогнозно-минерагеническая карта России масштаба 1:2500000 как отражение прогнозно-поисковой эффективности региональных геологических исследований // Региональная геология и металлогения. № 70. 2017. С. 5–16 [Petrov O.V., Morozov A.F., Molchanov A.V. et al. The 1:2.500000 scale forecast-mineralogical map of Russia as a reflection of the forecast-search efficiency of regional geological studies // Regional Geology and Metallogeny. № 70. 2017. P. 5–16 (in Russian)].
- Порев В.Н. Компьютерная графика. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 432 с. [Porev V.N. Computer Graphics // St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2002. 432 p. (in Russian)].
- Прищепа О.М. Зоны нефтегазоаккумуляции — методические подходы к их выделению, обеспечивающие современное решение задач отрасли // Нефтегазовая геология. Теория и практика. СПб: АО ВНИГРИ. Т. 3. № 2. 2008. С. 1–31 [Prishchepa O.M. Oil and Gas Accumulation Zones: Methodological Approaches to Their Identification that Ensure the Modern Solution of Industry Tasks // Oil and Gas Geology. Theory and Practice. St. Petersburg: VNIGRI JSC. V. 3. № 2. 2008. P. 1–31 (in Russian)].
- Севостьянов К.М. Нефтегазоносные бассейны Камчатки // Серийное издание: Геология и геофизика. Вып. 5. Т. 5. 1964. С. 82–86 [Sevostyanov K.M. Oil and Gas Basins of Kamchatka // Serial Publication: Geology and Geophysics. Iss. 5. V. 5. 1964. P. 82–86 (in Russian)].
- Силкин К.Ю. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8 / Учебно-методическое пособие для вузов // Издательско-полиграфический центр ВГУ. Воронеж: 2008. 66 с. [Silkin K.Yu. Golden Software Surfer 8 Geoinformation System / Educational and Methodological Guide for Universities // Publishing and Polygraphic Center of VSU. Voronezh: 2008. 66 p. (in Russian)].
- Синица Н.В., Прищепа О.М. Методические подходы к оценке перспектив нефтегазоносности доюрских отложений юга Западной Сибири // Горный журнал. 2024. № 9. С. 20–26. <https://doi.org/10.17580/gzh.2024.09.03> [Sinitsa N.V., Prishchepa O.M. Methodological approaches to evaluation of oil and gas potential of pre-Jurassic sediments in the Southern West Siberia // Gornyi Zhurnal. 2024. № 9. P. 20–26 (in Russian)].
- Таловина И.В., Илалова Р.К., Бабенко И.А. Элементы платиновой группы как геохимические индикаторы при изучении полигенеза нефти // Записки Горного института. 2024. Т. 269. С. 833–847 [Talovina I.V., Ilalova R.K., Babenko I.A. Platinum group elements as geochemical indicators in the study of oil polygenesis // Journal of Mining Institute. 2024. V. 269. P. 833–847].
- Харахинов В.В. Геодинамические условия формирования осадочных (нефтегазоносных и потенциально нефтегазоносных) систем Охотоморского региона // Геология нефти и газа. 2020. № 1. С. 81–99. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2020-1-81-99> [Kharakhinov V.V. Sedimentary (oil and gas bearing and potentially oil and gas bearing) systems of the Sea of Okhotsk region: geodynamic arrangement. Geologiya nefi i gaza. 2020. №1. P. 81–99 (in Russian)].
- Швецов Е.И., Тарасова М.С. Литолого-петрографическая характеристика и генезис пород Утхолокской свиты скважины Кшукского месторождения // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2024. №2. С. 43–55. <https://doi.org/10.31660/0445-0108-2024-2-43-55> [Shvetsov E.I., Tarasova M.S. The lithological and petrographic characterization and genesis of rocks in the Utkholok suite of well X of the Kshukskoye field. Oil and Gas Studies. 2024. № 2. P. 43–55 (in Russian)].
- Яковлева А.А., Мовчан И.Б., Мединская Д.К., Садыкова З.И. Количественные интерпретации потенциальных полей: от параметрических пересчетов к геоструктурным // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334. № 11. С. 198–215. <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/11/4152> [Yakovleva A.A., Movchan I.B., Medinskaya D.K., Sadykova Z.I. Quantitative interpretations of potential fields: from parametric to geostructural recalculations // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2023. V. 334. № 11. P. 198–215].
- Prishchepa O.M., Kireev S.B., Nefedov Yu.V. et al. Theoretical and methodological approaches to identifying deep accumulations of oil and gas in oil and gas basins of the Russian Federation // Frontiers in Earth Science. 2023. Vol. 11. № 1192051. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1192051>
- Rose P.R. Risk analysis and management of petroleum exploration ventures // AAPG Methods in Exploration Series, No 12, 2001. 164 p.
- Senchina N.A., Asoskov A.E., Gorelik G.D. Evaluation of Displacements Caused by Strike-Slip Deformations Using Correlation Characteristics Based on Potential Field Data // Russian Journal of Earth Sciences. 2023. Vol. 23. № 4. № ES4013. <https://doi.org/10.2205/2023ES000847>

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ MultAlt
**POSSIBILITIES OF USING MULTALT COMPUTER TECHNOLOGY
FOR REGIONAL ASSESSMENT OF PROSPECTIVE AREAS
BASED ON A COMPLEX OF GEOLOGICAL FEATURES**

D.F. Kalinin, N.V. Bolshakova, A.S. Egorov, V.V. Glazunov

Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia, 199106

Received September 04, 2025; revised November 15, 2025; accepted December 25, 2025

A probabilistic forecast for detecting target objects for study was developed based on a set of geological data that qualitatively characterizes the structure of the study area. This forecasting methodology, implemented using MultAlt computer technology, involves creating grids with a discrete distribution of qualitative geological features, the compilation of training tables of expert scores based on available a priori geological and geophysical information and experience in geological exploration in the region. A clear advantage of such predictive models is the ability to take into account various expert opinions regarding the state of a current qualitative feature. Expert geologists intuitively evaluate the states as scores presented in training tables and distributed in varying ratios. Based on previously conducted geological and geophysical studies within the Okhotsk-West Kamchatka region, a formalized forecast of oil and gas potential was made using a set of specially prepared qualitative geological features. The results are presented in the form of probability maps promising for hydrocarbon.

Keywords: forecast; oil and gas prospective area; geological features; Okhotsk-West Kamchatka region.