

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ НЕФТИ И ГАЗА РАН
(ИПНГ РАН)

Шустер В.Л.

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОВОКУПНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР
В СЛАБОИЗУЧЕННЫХ РЕГИОНАХ НА ПРОДУКТИВНЫЕ И
НЕПРОДУКТИВНЫЕ ПО НАБОРУ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ «КОРА-3»**

Электронное учебное пособие

Рекомендовано в качестве учебного пособия по научно-исследовательской практике для аспирантов специальности 25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Москва
ИПНГ РАН
2023

УДК 553.98
ББК 26.343
Ш97

Шустер, В.Л. Дифференциация совокупности локальных структур в слабоизученных регионах на продуктивные и непродуктивные по набору геолого-геофизических показателей, с использованием программы распознавания образов «Кора-3» [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / В.Л. Шустер. – М.: Институт проблем нефти и газа РАН, 2023. – 14 с. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 321 Кб). – Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_1.pdf. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-6050096-0-3

Утверждено директором ИПНГ РАН, профессором РАН, доктором технических наук Э.С. Закировым

Рецензенты:

профессор кафедры Общей и нефтегазопромысловой геологии РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, доктор г.-м. наук О.А. Шнип;

профессор кафедры Освоения морских нефтегазовых месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, доктор г.-м. наук А.Д. Дзюбло

Рассмотрена задача классификации геологических объектов с целью выбора первоочередных для проведения поискового бурения в слабоизученных регионах. Предложено осуществлять прогноз перспективных продуктивных и непродуктивных локальных структур по набору геолого-геофизических показателей методами распознавания образов. Показано использование программы распознавания «Кора-3» при проведении исследований по Туранской плите, по регионам Западной Сибири, Баренцевоморскому, Западной Туркмении.

Учебное пособие предназначено для аспирантов Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН, обучающихся по специальности 25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений, в период научно-исследовательской практики, а также может быть полезно бакалаврам, магистрантам и аспирантам других специальностей.

ISBN 978-5-6050096-0-3

© Институт проблем нефти и газа РАН, 2023

© В.Л. Шустер, 2023

Содержание

Введение	5
Задача классификации объектов на различные классы	6
Решение задачи прогноза продуктивности локальных структур слабо изученного региона с помощью программы «Кора-3»	7
Заключение	12
Литература	13

Учебное пособие «Дифференциация совокупности локальных структур в слабоизученных регионах на продуктивные и непродуктивные по набору геолого-геофизических показателей, с использованием программы распознавания образов «Кора-3». Учебное пособие по научно-исследовательской практике» составлено в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 года № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов»;

2. Паспорт научной специальности 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», в рамках Номенклатуры специальностей научных и научно-педагогических работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 (в редакции от 27.09.2021);

3. Программа кандидатского экзамена по специальности 25.00.12 – «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений», утвержденная приказом Минобрнауки России от 08.10.2007 № 274 «Об утверждении программ кандидатских экзаменов»;

4. Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с Федеральными государственными требованиями в ИПНГ РАН от 22 апреля 2022 г.

Введение

Для восполнения добычи нефти и газа приростом ресурсов и запасов необходимо изучение поисково-разведочными работами новых территорий и новых слабоизученных глубокозалегающих перспективных нефтегазоносных комплексов в «старых» традиционных регионах.

После проведения геологоразведочных работ на региональном этапе, на начальном этапе поисковых исследований, как правило, возникает задача выбора первоочередных объектов для проведения поискового бурения. Именно на этом этапе важно осуществить прогноз перспективных продуктивных и непродуктивных локальных структур, с тем чтобы избежать неоправданных затрат материальных средств.

Для решения подобных задач «классификации объектов на различные классы» эффективно используются геолого-математические, в том числе, статистические методы исследования. Большой вклад в разработку статистических методов в геологию внесли А.Б. Вистелиус, Ю.А. Воронин и др., Д.А. Родинов и др., С.В. Гольдин и др., М.С. Арабаджи и др., а также группа ученых лаборатории ядерной геофизики РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

В лаборатории ядерной геофизики РГУ нефти и газа разработано одно из наиболее интересных и перспективных направлений статистического анализа геолого-геофизической информации - использование программ распознавания образов. Первые задачи классификации геологических объектов как задачи распознавания образов в начале 60-х годов прошлого века были сформулированы и развиты в работах лаборатории ядерной геофизики МИНХ и ГП (Ш.А. Губерман, А.И. Холин, Я.И. Хургин, М.М. Элланский, М.Л. Извекова, О.И. Барина, М.М. Чудинова и др.).

В 1970 г. автор учебного пособия защитил кандидатскую диссертацию, с использованием программы распознавания «Кора-3» по Туранской плите, выполненную в лаборатории ядерной геофизики. В последующие годы

аналогичные исследования им проведены по регионам Западной Сибири, Баренцевоморскому, Западной Туркмении. Результаты этих работ использованы при составлении учебного пособия [1-5].

Пособие подготовлено для обучения аспирантов Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН в период научно-исследовательской практики.

Задача классификации объектов на различные классы

В области поисковых работ по нефти и газу одной из наиболее важных и часто встречаемых задач является классификация объектов на классы. Это разделение исследуемой территории на перспективные и малоперспективные зоны, продуктивные и непродуктивные локальные структуры, высокопродуктивные и малопродуктивные коллекторы и др.

При решении подобных задач исследователи сталкиваются с необходимостью анализа значительного по объему и разнообразного по содержанию фактического материала и сложного, нередко разнонаправленного влияния геологических процессов. Геологические объекты и явления в результате взаимодействия и наложения многих факторов сложно распределены во времени и пространстве. Природные сочетания химических элементов, минералов и тесно связанные с ними физические свойства горных пород конкретного геологического объекта, в общем случае, можно рассматривать как сложные образования, возникающие в результате меняющихся сочетаний случайных величин.

Это вызывает необходимость использования при анализе геологических материалов и решении задач, в том числе, по классификации объектов на классы, статистических методов.

Одним из направлений геолого-статистических методов является распознавание образов.

Программы распознавания образов построены на принципе выявления признаков каждого класса по хорошо изученным объектам, фиксации

этих признаков в программе, далее после проверки надежности распознавания по этим признакам другой группы изученных объектов, по выявленным признакам (критериям) опознавание (классифицирование) в новой совокупности объектов различных классов. Такая схема при решении геологических задач по разделению объектов на классы заложена в программе распознавания «Кора-3».

Решение задачи прогноза продуктивности локальных структур слабо изученного региона с помощью программы «Кора-3»

Принципиальная схема использования программы «Кора-3» при решении поставленной задачи построена следующим образом.

На этапе обучения выявляются основные геологические факторы, влияющие на формирование нефтегазоносности локальной структуры, и значения геолого-геофизических факторов, характеризующих продуктивные и непродуктивные объекты. Строятся распределения по геологическим факторам, характеризующим продуктивные и непродуктивные локальные структуры. Эти данные закладываются в программу. После проверки предложенных критериев на разделение на классы по изученным объектам, приступают к опознаванию новых, неизученных объектов.

Для поиска критериев продуктивности локальных поднятий использована одна из программ распознавания «Кора-3», разработанная М.М. Бонгартом и др.(1966). Основной особенностью этого типа программ является то, что критерии разделения объектов на различные классы устанавливаются программой путем предварительного обучения на определенном числе известных объектов каждого класса. Отнесение нового объекта к тому или иному классу производится по соотношению признаков продуктивности и непродуктивности, зафиксированных на этом объекте.

Каждый признак рассматривается как один голос за принадлежность данного объекта к тому или иному классу.

Задача прогноза продуктивности локальных структур сформулирована следующим образом: по данным выбранного набора показателей, характеризующие как продуктивные, так и «пустые» структуры, необходимо найти количественные критерии, которые позволят по величине тех же показателей определять принадлежность разведываемых площадей в пределах всей исследуемой территории к классу «продуктивных» или «пустых».

Для решения поставленной задачи необходимо определить:

- 1) стадию поисков, для которой разрабатываются критерии прогноза;
- 2) территорию исследования;
- 3) объект прогноза;
- 4) совокупность геолого-геофизических показателей;
- 5) минимальное число структур, необходимое для выработки критериев продуктивности;
- 6) правила отбора критериев; роль математического аппарата.

Исходная совокупность геолого-геофизических показателей должна содержать необходимую информацию о формировании и размещении залежей нефти и газа. В ней должно быть также зафиксировано наличие или отсутствие благоприятных условий для образования и захоронения исходного органического вещества; его преобразования в углеводороды газонефтяного ряда; эмиграции в пласты-коллекторы; последующей внутри- и межрезервуарной миграции; аккумуляции в природных ловушках и эволюции залежи. Каждый из перечисленных этапов формирования залежи УВ характеризуется определенными геолого-геофизическими показателями.

Эффективность прогноза зависит от того, насколько полно и объективно будут отражены с помощью отобранных характеристик все этапы формирования и эволюции залежи.

Выбор исходной совокупности геолого-геофизических показателей производится, исходя из общей схемы формирования и сохранения залежей нефти и газа. На набор характеристик, отражающих этапы формирования и эволюции залежи, накладываются ограничения, связанные с отсутствием массовых определений некоторых показателей или невозможностью их однозначного формализованного определения (геохимические, гидрогеологические, битуминологические характеристики, коллекторские свойства пластов-коллекторов, экранирующие способности покрышек, возраст подстилающих отложений, положение локальной структуры на тектоническом элементе следующего порядка). Исключаются также заведомо неинформативные характеристики, которые отражают факторы, имеющие одинаковые значения на всей исследуемой территории, или не влияющие в данном конкретном случае на нефтегазоносность.

Исходная совокупность показателей для выявления критериев продуктивности локальных структур, например, для верхнеюрских отложений Туранской плиты [2] содержит:

1. Характеристики комплекса отложений – мощность комплекса, доля коллекторов, тип разреза (последовательность расположения в разрезе коллекторов и плохопроницаемых пород), доля пластов-коллекторов мощностью < 5 м, положение размывов.

2. Тектонические показатели – амплитуда и площадь структуры, гипсометрические отметки кровли комплекса, расстояние до регионального разлома, наличие мелких нарушений.

3. Характеристика перекрывающих отложений – их мощность и продуктивность, мощность покрышки (флюидоупора).

4. Показатели подстилающих отложений – их мощность и продуктивность, мощность экрана.

5. Геофизические характеристики – аномалии силы тяжести (Δg_n), аномалия остаточной силы тяжести ($\Delta g_{ост}$), горизонтальный градиент силы тяжести (V_{xz}) и напряженность магнитного поля ($\Delta T\alpha$).

Для изученного автором региона (Туранская плита) [1-5] отбор признаков продуктивности и непродуктивности осуществлен на пороге 6 (порог – это минимальное число объектов, в которых должно встретиться данное сочетание значений отдельных показателей, чтобы это сочетание было записано в памяти программы в качестве признака продуктивности или непродуктивности).

Надежность выявленных признаков продуктивности и непродуктивности была проверена на контрольной выборке структур. По критерию (Пирсона) установлена значимость полученных оценок эффективности классификации с достоверной вероятностью 0,80.

Для оценки достоверности выявленных критериев продуктивности и непродуктивности необходимо подтвердить полученные результаты путем проведения формального и специального геологического анализа. В первую очередь должна быть оценена роль, которую играет каждая характеристика в формировании признаков (определена относительная информативность используемых показателей). Значимость характеристик оценивалась двумя независимыми способами:

1. По частоте встречаемости (отношение числа случаев участия данной характеристики в признаках к общему числу случаев участия всех показателей);

2. Путем последовательного исключения отдельных характеристик из исходной совокупности и сравнения эффективности прогноза до и после исключения.

Однако окончательный вывод об устойчивости формальных оценок и о надежности выявленных критериев может быть сделан только в том случае, если полученные критерии продуктивности не вызывают возражений с геологических позиций.

Для этого должны быть проанализированы конкретные значения показателей, свойственные продуктивным и непродуктивным структурам. Во всех случаях, где представляется возможность судить о предпочтительном

использовании в признаках тех или иных значений геолого-геофизических характеристик и эти значения также соответствуют общепринятым геологическим представлениям. Продуктивным площадям присущи повышенные амплитуды структур, большие мощности флюидоупоров, более значительные глубины залегания кровли исследуемого комплекса, повышенный процент проницаемых пластов в толще комплекса, преимущественное развитие плохопроницаемых пород в кровле отложений, а коллекторов в подошве и т.д.

На основании проведенного геологического анализа по Туранской плите, выявленные с помощью программы «Кора-3» критерии разделения структур на продуктивные и непродуктивные с геологических позиций возражений не вызывают. Из этого может быть сделан принципиальный вывод о том, что геолого-геофизические характеристики, наиболее активно участвующие в формировании признаков продуктивности, отражают основные факторы формирования залежей нефти и газа на исследуемой территории.

Практическое использование выявленных критериев продуктивности локальных структур заключается в построении специальной карты прогноза, на основании которой представляется возможность судить о перспективах нефтегазоносности исследуемых отложений.

Установленный путем содержательного геологического анализа факт, заключающийся в том, что в признаках продуктивности отражены основные закономерности и особенности процессов формирования и сохранения залежей нефти и газа позволяет рассматривать соотношение признаков продуктивности и непродуктивности на каждой разведочной площади, как меру суммарного проявления благоприятных (или неблагоприятных) геологических факторов для возникновения и сохранения скоплений углеводородов на участке, где расположена исследуемая структура. То есть, при оценке возможной продуктивности какого-либо участка имеет значение не только факт положительного или отрицательного голосования, но и

соотношение (разница) голосов за принадлежность к продуктивным или непродуктивным объектам. Важным обстоятельством для обоснования построения карты прогноза является постепенность изменения результатов голосования при переходе от участков крупных скоплений углеводородов к заведомо бесперспективным землям, через зону неоднозначности. Последнее обстоятельство, по-видимому, отражает постепенность изменения благоприятных условий для формирования скоплений нефти и газа.

Заключение

Геолого-статистическая программа распознавания образов «Кора-3» может эффективно использоваться для решения задач классификации на различные классы. Так по Туранской плите задача разделения объектов на продуктивные и непродуктивные решена с вероятностью 80%.

С помощью выделения зон повышенных и пониженных значений перспективности, а также зоны неоднозначности закартированы не только участки, где могут быть встречены (и не встречены) залежи УВ, но и зона, где могут быть встречены и те, и другие локальные структуры.

Литература

1. Шустер В.Л. Возможность прогнозирования нефтегазоносности юрского комплекса в пределах Амударьинской синеклизы методами математической статистики. Сб. МИНХ и ГП. М.: Недра, 1970.
2. Шустер В.Л. Некоторые результаты прогноза нефтегазоносности верхнеюрского комплекса Туранской плиты с использованием программ распознавания // Бюлл. МОИП. 1970. № 4. С. 4-8.
3. Быков Р.И., Шустер В.Л. Роль разломов фундамента в вертикальной миграции флюидов. В кн. «Фундамент, основные разломы Туранской плиты в связи с их нефтегазоносностью». М.: Недра, 1970.
4. Шустер В.Л., Халошин О.З. Прогноз нефтегазоносности локальных структур Туранской плиты с использованием программ распознавания (на примере верхнеюрских отложений Амударьинской впадины). Тезисы докл. мол. Спец. МИНХ и ГП, 1970.
5. Шустер В.Л., Халошин О.З., Муравьева О.В. Оценка значимости отдельных характеристик, входящих в критерии нефтегазоносности локальных структур, полученных с помощью программ распознавания (на примере верхнеюрских и неокомаптских отложений Амударьинской синеклизы). Тез. докл. мол. спец., МИНХ и ГП, 1970.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ШУСТЕР ВЛАДИМИР ЛЬВОВИЧ

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СОВОКУПНОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ СТРУКТУР
В СЛАБОИЗУЧЕННЫХ РЕГИОНАХ НА ПРОДУКТИВНЫЕ И
НЕПРОДУКТИВНЫЕ ПО НАБОРУ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ «КОРА-3»**

В авторской редакции

Сведения о программном обеспечении, которое использовано для создания электронного издания:

Microsoft Word – набор, верстка текста, генерация PDF
<https://www.microsoft.com/>

Техническая обработка и подготовка материалов выполнены автором

Дата размещения: 06.04.2023;

Объем издания: 321 Кб;

Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_1.pdf

ISBN 978-5-6050096-0-3



9 785605 009603 >