

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

Шустер В.Л.

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТЬ И ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВЫ
В ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА НЕФТЬ И ГАЗ**

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. Многокритериальность и выбор альтернативы в поисково-разведочных работах на нефть и газ [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / В.Л. Шустер. – М.: Институт проблем нефти и газа РАН, 2023. – 15 с. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 448 Кб). – Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_2.pdf. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-6050096-1-0

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

Рецензенты:

профессор кафедры Общей и нефтегазопромысловый 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

Рассмотрено решение многокритериальной задачи выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение при проведении геологоразведочных работ на нефть и газ. Показано использование модели «Выбор» для реализации конкретных геологических задач при выполнении поисково-разведочных работ в Баренцевоморском регионе и в Западной Сибири.

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 978-5-6050096-1-0

© Институт проблем нефти и газа РАН, 2023

© В.Л. Шустер, 2023

Содержание

Введение	5
Задача «Выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение».....	6
Схема реализации задачи выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение.	6
Заключение	13
Литература	14

Учебное пособие «Многокритериальность и выбор альтернативы в поисково-разведочных работах на нефть и газ» 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

С развитием науки и техники увеличилось число альтернативных вариантов выбора, возросли сложности каждого из вариантов принимаемых решений и взаимозависимость различных решений и их последствий. Всё это в полной мере относится и к проблеме выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение. В настоящее время ещё довольно часто решение сложных задач сводится к тому, что из множества характеристик системы выбирают одну, наиболее важную для решения рассматриваемой задачи. Такие задачи относятся к классу однокритериальных.

Однако, если максимизация или минимизация одного из важнейших показателей системы влекут за собой существенное изменение других показателей, то однокритериальный подход к задаче становится уже несостоятельным. Отсюда возникает потребность в решении задачи с учетом всей совокупности показателей системы или хотя бы наиболее важных из них.

В многокритериальных задачах оптимальное решение может представлять собой лишь некоторый обоснованный компромисс между величиной частных показателей (критериев системы). Нахождение такого компромисса – суть решения многокритериальной задачи.

Среди многокритериальных задач одной из важных и в геологическом, и в экономическом отношении является проблема выбора очередности ввода поисковых объектов в поисково-разведочное бурение, особенно в регионах, где поисково-разведочные работы только начинаются.

Автор учебного пособия принимал участие в разработке методического подхода к проблеме выбора альтернативы в поисково-разведочных работах [1], а также в использовании модели «Выбор» для реализации конкретных геологических задач при проведении поисково-разведочных работ в Баренцевоморском регионе и в Западной Сибири [2].

Результаты исследований автора использованы при составлении учебного пособия.

Учебное пособие предназначено для обучения аспирантов Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН в период научно-исследовательской практики.

Задача «Выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение»

На новых направлениях геологоразведочных работ, таких как шельф морей Северного ледовитого океана, север Западной Сибири, Восточная Сибирь, Дальний Восток и др., возрастает сложность геологических, природно-климатических, технологических и экологических условий. В то же время, на начальном этапе работ приходится принимать решения при недостаточно полном объеме фактического материала. В отличие от возможности использования программ распознавания образов (при относительно значительном фактическом материале) в условиях регионов на новых направлениях работ поисковое бурение начинается на начальном этапе накопления фактических данных, недостаточных для обучения, экзамена–проверки надежности выявленных критериев, как при использовании программ распознавания образов [3]. Модель «Выбор» позволяет наметить альтернативные предложения, из которых лица, принимающие решения, могут выбрать наиболее подходящее в конкретных обстоятельствах.

Модель «Выбор» разработана во ВНИИСИ и адаптирована для решения геологических задач [1].

Схема реализации задачи выбора очередности ввода локальных структур в поисково-разведочное бурение.

Характерным для решения этой задачи являются:

- наличие множества разнообразных геологических, природно-климатических, социальных и экономических факторов (критериев), которые следует принять во внимание при принятии решений;
- неповторяемость ситуации выбора, т.е. значительная динамичность фонда структур и критериев, по которым они оцениваются;
- недостаточная определенность последствий принимаемых решений, усиливающаяся вероятностным характером геологической информации.

Оптимальное решение может представлять собой лишь некоторый обоснованный компромисс между величиной частных критериев, если имеется уверенность, что наилучшие структуры попали в рассматриваемое множество.

Наличие многочисленных факторов, характеризующих поисково-разведочные работы, наряду с отсутствием единого критерия, отражающего действия всех этих факторов, делает целесообразным применение системного анализа, позволяющего провести многокритериальную оценку выбора рациональной последовательности разбуривания структур. Для реализации такого «подхода» используется модель «Выбор», в основе которой лежат программы «Слой» и «Доминанта», разработанные и реализованные во ВНИИСИ [1] .

Для решения задачи необходимо:

- установить набор основных критериев и факторов, определяющих региональные геолого-геофизические особенности размещения перспективных нефтегазоносных структур и основные экономические показатели их поиска и освоения, выражение которых в виде единого критерия полностью невозможно;
- определить различные измерители каждого критерия (натуральные, стоимостные и балльные оценки) с применением единого способа их установления (прямым расчетом, на основе нормативов, по аналогии и др.).

При построении и применении шкал критериев в практике многокритериального анализа выработан ряд приемов, которые вполне можно использовать и при решении геологических задач, а именно:

- предварительные «отсечки» по качеству, т.е. на шкалах критериев могут устанавливаться предельные значения (ограничения), превысив которые объект из рассмотрения исключается на первом этапе исследований;
- определение «диапазона нечувствительности», когда критерий задается интервалом значений, и, если оценки по нескольким структурам попадают в один интервал, они рассматриваются как одинаковые;
- нормирование критериев, которое позволяет придать им безразмерный вид в случае необходимости.

После построения шкал всех критериев перед переходом к модельным расчетам необходимо определить группу основных (доминирующих) критериев, наиболее значимых для решения выбранной задачи и отражающих действие различных факторов, способствующих или противодействующих её достижению.

Задача решается для многих вариантов (с разными, двумя-пятью, доминирующими критериями) с использованием программы «Слой» и «Доминанта», т.е. происходит отыскание в многомерном пространстве области, в наибольшей степени удовлетворяющей доминирующим и всем остальным критериям, причем для каждого критерия используется собственная шкала измерения. Такой многовариантный перебор позволяет отчетливо представить влияние каждого критерия из группы доминирующих на результат выбора и зачастую уменьшить эту группу до двух-трех наиболее значимых критериев.

Программой «Слой» задача выбора решается только по доминирующим критериям, причем предусмотрена иерархия правил выбора (паретовское, эйлеровское, ординальное, собственно паретовское и др.). По

инициированному правилу выбора производится разбивка (расслоение) множества объектов (структур) на систему линейно упорядоченных классов (слоев). Каждый класс затем становится элементом (объектом) для алгоритма «Доминанта». Внутри классов объекты одинаково приемлемы по совокупности доминирующих критериев (несравнимые альтернативы).

В программе «Доминанта» уже учитываются и все остальные критерии, которые попадают в разряд дополнительных. Первый объект (первый класс алгоритма «Слой») будет всегда выбран. Если уже сделан выбор из первых объектов (классов), следующий объект окажется в числе выбранных только в том случае, если по данному числу дополнительных критериев он окажется предпочтительнее всех рассмотренных ранее объектов. В результате появляется информация для выделения внутри классов структур с большим числом хороших оценок по всем критериям, что подчеркивает предпочтительность той или иной структуры и учитывается при определении окончательной последовательности ввода их в бурение.

Выбор рациональной последовательности ввода структур в поисково-разведочное бурение может завершаться выделением ряда критериев, оценки по которым следует в первую очередь улучшить, для перевода части отбракованных структур в разряд первоочередных для освоения. Такой анализ ориентируется на пересмотр первичных проработок в конкретном направлении (целенаправленное воздействие) и препятствует необоснованному исключению неявно перспективной структуры из рассмотрения. В случае улучшения оценок, по соответствующим критериям, вариант с измененными оценками возвращается для повторного решения задачи выбора.

Из описанного следует, что рассмотренный многокритериальный подход обеспечивает возможность оценивать перспективную структуру не только по одному сводному критерию, но и по отдельным критериям, значения которых гораздо легче и установить и проверить. Кроме того,

оценка по отдельным критериям имеет гораздо более четкое смысловое содержание, а многие критерии могут служить средством отражения политики освоения ресурсов, т.к. исключая или добавляя некоторые из них можно усиливать или ослаблять отдельные аспекты стратегии и тактики геологоразведочных работ.

Установление очередности для разбуривания структур происходит зачастую по общим критериям, которые не всегда приемлемы в той или иной обстановке. В тоже время моделирование взаимодействия основных факторов взаимодействия геологоразведочного производства позволяет получить адекватные оценки различных вариантов очередности работ при освоении новых структур. Однако пионерное решение этой проблемы потребовало провести разработку не только общей структуры модели, но и отработку методики проведения исследований.

Методическая часть работы состоит прежде всего в отработке приемов решения следующих вопросов: построения и применения шкал критериев, определения группы основных (доминирующих) критериев для решения каждой конкретной задачи на основе многовариантного анализа влияния сочетаний различных критериев на выбор и установление процедуры формального и содержательного анализа предлагаемой последовательности ввода структур в бурение.

В целом, использование модели «Выбор» для решения подобных задач необходимо рассматривать как попытку создания ситуации помощи при принятии решения о выборе очередности ввода структур в поисково-разведочное бурение, которая заключается в том, что могут быть подготовлены варианты принятия решений с указанием тех или иных характеристик каждого варианта по группе решаемых задач и обоснованием распределения структур по каждому из вариантов.

Использование модели «Выбор» при определении очередности ввода структур в бурении для одного из регионов позволило провести

многокритериальный и многовариантный анализ выбора и получить интересные, в том числе и неожиданные, результаты, которые могут служить основой для принятия решений [2].

Принципиально важным является то, что можно проводить сопоставление критериев, оцененных в качественных и количественных значениях, так как происходит не суммирование их, а отыскание в многомерном пространстве области, в наибольшей степени удовлетворяющей доминирующим и всем остальным критериям. При добавлении экономических, социальных и экологических критериев определение приоритетности главных направлений работ может быть проведено с позиций народно-хозяйственной эффективности.

Выбор новых источников нефтегазовых ресурсов требует всестороннего комплексного обоснования – установления влияния геологических, природно-климатических, экологических, социальных и экономических факторов, а также сравнения вариантов последовательности освоения различных объектов для выбора наиболее рационального, который может быть реализован при системных исследованиях.

Схема решения задач по Баренцевоморскому региону [1].

Определение рациональной последовательности ввода структур в бурение при поисках крупных нефтяных месторождений («геологическая» задача).

Первоначально при решении этой задачи (по программе «Слой»), в группу основных критериев для разделения структур на классы (слои), между которыми существует соотношение строгого предпочтения от первого к последующим, были отобраны критерии к1, к2, к3 и к4 (табл. 1). В связи с договором о конфиденциальности информации название локальных объектов приведено в буквах алфавитов.

Основные критерии для разделения структур на классы

Структура	Критерий							
	фазовое состояние УВ	тектонический	плотность прогнозных ресурсов	площадь	глубина моря	удаленность от берега	стоимость 1 м бурения	удельные издержки по добыче УВ
	к1	к2	к3	к4	к5	к6	к7	к8
А	2	3	2	3	2	7	6	22
Б	3	4	2	4	3	5	7	8
В	1	2	2	5	1	6	6	40
Г	2	3	1	5	1	7	6	25
Д	3	3	2	5	2	5	6	22
Е	3	3	3	5	3	4	8	12
Ж	3	2	3	6	2	4	8	17
З	3	4	3	7	3	2	12	11
И	3	4	3	7	4	1	13	5
К	2	3	1	4	2	6	7	23
Л	3	3	1	4	3	5	7	9
М	1	2	2	5	1	6	7	26
Н	2	3	1	6	1	6	7	25
О	2	4	5	4	6	4	2	2
П	1	1	5	2	6	5	2	1
Р	3	4	5	3	6	4	2	2
С	3	4	3	1	6	3	3	2
Т	3	4	5	2	6	3	2	1
У	3	4	1	2	6	2	2	2
Ф	3	4	5	2	6	3	1	2
Х	3	4	5	2	5	5	2	3
Ц	2	1	5	2	6	3	2	1
Ч	2	1	4	4	5	6	2	3
Ш	2	4	4	5	5	5	2	2
Максимальное значение	3	4	5	7	6	7	13	40

Отметим, лишь, что при оценке геологических факторов следует строго придерживаться единой концепции на строение и историю геологического развития региона. Дальнейший этап работы по модели «Выбор» предусматривает сравнение структур по остальным критериям по программе «Доминанта». Для выделения внутри классов структур с большим числом хороших оценок по другим (не основным) критериям, что свидетельствует о предпочтительности того или иного варианта и учитывается при определении окончательной очередности ввода структур.

Определение рациональной стратегии поисков по комплексу важнейших критериев:

Последняя из решаемых задач представляет собой попытку решения проблемы выбора при совместном использовании в качестве доминирующих важнейших геологических, природно-климатических и экономических критериев.

Заключение

Таким образом, работа по многокритериальному выбору альтернативы должна рассматриваться как попытка создания ситуации помощи при принятии решений о выборе очередности ввода структур в поисково-разведочное бурение, которая заключается в том, что могут быть подготовлены варианты принятий решений с указанием тех или иных характеристик каждого варианта по группе решаемых задач и обоснованием распределения структур по каждому из вариантов.

Литература

1. Швембергер Ю.Н., Шустер В.Л., Меркулова О.Н. Многокритериальность и выбор альтернативы в поисково-разведочных работах на нефть и газ. М.: ВНИИОЭНГ, 1987. (Обзорная информ. Сер. нефтегазовая геология и геофизика). № 3. 55 с.
2. Шустер В.Л., Пунанова С.А. Вероятностная оценка перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса Западной Сибири с помощью геолого-математической программы «Выбор» // Георесурсы. 2014. № 1. С. 16-19.
3. Шустер В.Л. Некоторые результаты прогноза нефтегазоносности верхнеюрского комплекса Туранской плиты с использованием программ распознавания // Бюлл. МОИП. 1970. № 4. С. 4-8.

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ШУСТЕР ВЛАДИМИР ЛЬВОВИЧ

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОСТЬ И ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВЫ
В ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ НА НЕФТЬ И ГАЗ**

В авторской редакции

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

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

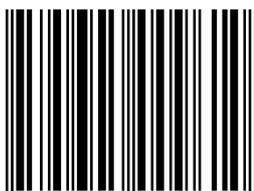
Техническая обработка и подготовка материалов выполнены автором

Дата размещения: 06.04.2023;

Объем издания: 448 Кб;

Режим доступа: https://www.ipng.ru/education-activity/apirantura/manuals/Shuster_2023_2.pdf

ISBN 978-5-6050096-1-0



9 785605 009610 >