

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ В КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБУСТРОЙСТВА ПРИ ВЕРОЯТНОСТНОМ ПОДБОРЕ ПРОФИЛЕЙ ДОБЫЧИ ФЛЮИДОВ

С.И. Мельников, Б.А. Мурашов, А.А. Гроо*, А.М. Муллин

Научно-Технический Центр «Газпром нефти» (ООО «Газпромнефть НТЦ»), РФ, Санкт-Петербург

Электронный адрес: Groo.AA@gazpromneft-ntc.ru

Введение. Данная статья посвящена автоматизации задач инжиниринга с учетом вероятностного характера оценки актива в условиях огромного количества вариантов профилей добычи флюидов по технологии окупаемости MEFS.

Цель. Разработка оригинальных алгоритмов расчета обустройства на ранних этапах жизни проекта, определения физических и стоимостных характеристик объектов капитального строительства с учетом неопределенности объема ресурсной базы, вариации программы ГРП, определения оптимальных решений по концепции разработки и обустройству месторождения в актуальных экономических предпосылках.

Материалы и методы. Автоматизация расчетов в части обустройства на уровнях окупаемости MEFS I и II реализована путем оценки затрат, приходящихся удельно на единичную скважину на кустовой площадке. Далее затраты умножаются на количество скважин в соответствии с графиком строительства и ввода скважин в эксплуатацию, в результате чего формируется общая стоимость объектов инфраструктуры для данных уровней окупаемости. На уровне MEFS III к затратам предыдущего уровня добавляются затраты на строительство объектов подготовки продукции скважин и внешнего транспорта товарной продукции. Задача автоматизации блока обустройства на данном уровне состоит в корректном масштабировании физических и стоимостных параметров объектов инфраструктуры для выбранной концепции обустройства.

Результаты. Для выполнения вероятностных расчетов инфраструктуры специалистами Центра оценки и анализа проектов разработан расчетный модуль «Обустройство». Данный инструмент позволяет сформировать интегрированную вероятностную модель «разработка–инфраструктура–экономика» для этапа «Доступ». Время расчета на один вариант составляет около 5 секунд.

Заключение. Предложенный авторами инструмент позволяет с достаточной точностью и скоростью выполнять расчеты инфраструктуры при вероятностной оценке на ранних этапах жизни проекта по технологии MEFS.

Ключевые слова: вероятностная оценка актива, концептуальное проектирование, автоматизация расчетов обустройства, окупаемость лицензионного участка, интегрированная модель, MEFS

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мельников С.И., Мурашов Б.А., Гроо А.А., Муллин А.М. Автоматизация расчетов в концептуальном проектировании обустройства при вероятностном подборе профилей добычи флюидов. ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2022;7(2):76–84. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2022-7-2-76-84>

Статья поступила в редакцию 12.01.2022

Принята к публикации 04.04.2022

Опубликована 30.06.2022

AUTOMATION OF CALCULATIONS IN THE CONCEPTUAL INFRASTRUCTURE DESIGN WITH THE PROBABILISTIC SELECTION OF FLUID EXTRACTION PROFILES

Sergey I. Melnikov, Boris A. Murashov, Alexandr A. Groo*, Andrey M. Mullin

Gazpromneft STC LLC, RF, Saint Petersburg

E-mail: Groo.AA@gazpromneft-ntc.ru

Background. This article is devoted to the automation of engineering tasks, taking into account the probabilistic nature of the active, in the face of a huge number of fluid production profiles, using MEFS technology.

Aim. Development of original algorithms for calculating facilities at the early stages of the project life, determining the physical and cost characteristics of capital construction objects, taking into account the uncertainty of the volume of the resource base, variations in the exploration program, determining the optimal solutions for the concept of development and field facilities under current economic conditions.

Materials and methods. Automation of calculations in terms of development at payback levels MEFS I and II was implemented by estimating the costs per unit well on a well pad. Further, the costs are multiplied by the number of wells in accordance with the well construction and commissioning schedule, as a result of which the total cost of infrastructure facilities for these payback levels is formed. At the MEFS III level, the costs for the construction of facilities for the preparation of well products and external transport of marketable products are added to the

costs of the previous level. The task of automating the development block at this level is to correctly scale the physical and cost parameters of infrastructure facilities for the selected development concept.

Results. To perform probabilistic calculations of infrastructure, specialists of the Center for Project Evaluation and Analysis developed the calculation module "Arrangement". This tool allows you to create an integrated probabilistic model "development-infrastructure-economy" for the "Access" stage. The calculation time for one option is about 5 seconds.

Conclusion. The tool proposed by the authors makes it possible to perform infrastructure calculations with sufficient accuracy and speed during probabilistic assessment in the early stages of a project's life using MEFS technology.

Keywords: probabilistic evaluation, conceptual design, automation of infrastructure calculations, payback of the license area, integrated model, MEFS

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Melnikov S.I., Murashov B.A., Groo A.A., Mullin A.M. Automation of calculations in the conceptual infrastructure design with the probabilistic selection of fluid extraction profiles. PRONEFT. Professionally about oil. 2022;7(2):76–84. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2022-7-2-76-84>

Manuscript received 12.01.2022

Accepted 04.04.2022

Published 30.06.2022

ВВЕДЕНИЕ

Для принятия решения о приобретении нефтегазового актива в Компании выполняется процедура «Доступ», в рамках которой проводится геолого-экономическая оценка актива — комплексный, кросс-функциональный процесс, направленный на определение объективной стоимости актива с учетом возможных неопределенностей и рисков.

Данная статья посвящена проработке задач инжиниринга с учетом вероятностного характера оценки актива. Реализация огромного количества вариантов при решении задач в «ручном» режиме может привести к неприемлемо длительному времени расчета и обработки результатов. В связи с вышеуказанным особенно актуальны методы автоматического масштабирования технических и стоимостных характеристик объектов инфраструктуры под заданные вероятностные профили добычи флюидов.

В Научно-Техническом Центре «Газпром нефти» разработаны собственные IT-инструменты для автоматизации расчета множества возможных сценариев развития актива с учетом неопределенности объема ресурсной базы, вариаций программы GPP, определения оптимальных решений по концепции разработки и обустройству месторождения в актуальных экономических предпосылках [1, 2].

ЦЕЛЬ

В задачу концептуального проектирования обустройства входит определение физических и стоимостных характеристик:

- обустройства и инженерной подготовки кустов скважин;

- коридора линейных коммуникаций от кустов до центра сбора (нефте/газосбор, линей электропередач, автодорог и т.п.);
- площадных объектов подготовки и сдачи продукции;
- линейных объектов внешнего транспорта.

При этом необходимо выполнить обязательное требование — решения, заложенные в концепцию обустройства должны быть технически и технологически реализуемы.

Основные сложности инфраструктурных расчетов на этапе «Доступ» вызваны слабой изученностью объектов разработки. В процессе вероятностной геолого-экономической оценки специалисты по обустройству получают от команды геологов и разработчиков множество профилей добычи с отличающимся фондом скважин [1, 2] (рис. 1).

Итоговая цель концептуального проектирования обустройства состоит в том, чтобы по каждому профилю добычи сформировать график разнесения капитальных затрат на линейные и площадные объекты в соответствии с принятой концепцией обустройства и логикой проекта. Это позволяет решить ключевую задачу формирования вероятностной интегрированной модели «разработка–инфраструктура–экономика» и выполнения расчетов за приемлемое время. В связи с отсутствием информации о покустовой добыче, размещению кустов, трассировке линейных объектов на данном этапе должны быть применены укрупненные методики инфраструктуры расчетов.

Стандартные пакеты программного обеспечения (ПО), применяемые для расчетов объектов сбора, подготовки и транспорта продукции скважин, не подходят для поставленной задачи. Ввиду отсутствия специализированного ПО для выполнения

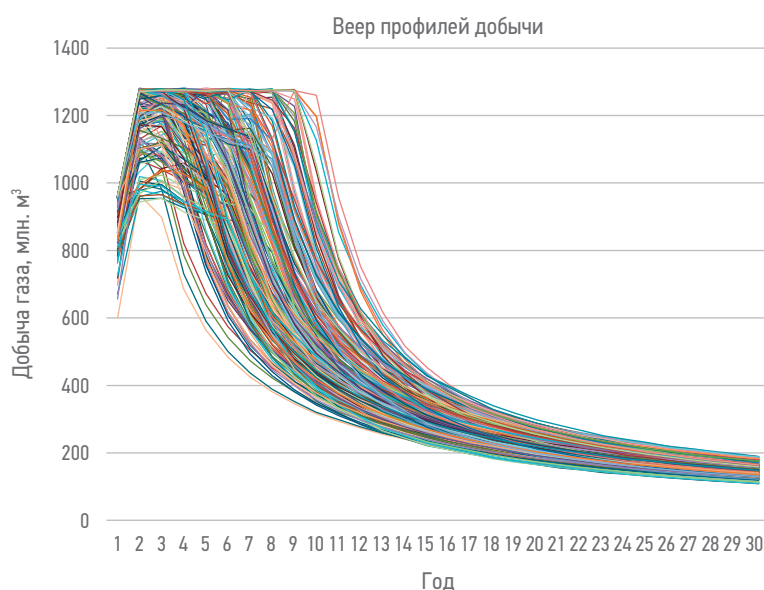


Рис. 1. Набор вероятностных профилей добычи газа. Составлено авторами
Fig. 1. A set of probabilistic gas production profiles, mln m³/year.
 Compiled by the authors

вероятностных расчетов инфраструктуры, специалистами Центра оценки и анализа проектов (ЦОиАП) разработан расчетный модуль «Обустройство». Данный инструмент позволяет сформировать интегрированную вероятностную модель «разработка–инфраструктура–экономика» для этапа «Доступ».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ФИЛЬТРА ОКУПАЕМОСТИ MEFS

Значительный объем неопределенностей, присущий проектам на ранних этапах, требует проведения вероятностной оценки, основой которой является определение объема ресурсной базы и шанса геологического успеха, профилей добычи, инфраструктурных и технологических решений, а также логики реализации проекта, в конечном счете выражаемой в экономических терминах (NPV, PI, IRR и т.д.). Для проектов ГРП уже вводилось понятие MEFS (Minimum Economic Field Size)

[3]. При этом оценка множества различных проектов показала, что данный подход требует большей детализации. Значительно эффективнее проводить геолого-экономическую оценку (ГЭО) с последовательным исключением из расчетов экономически нерентабельных объектов, осуществляя фильтрацию по признаку окупаемости: «окупаемость эксплуатационного бурения» → «окупаемость поднятия» → «окупаемость ЛУ». Таким образом аббревиатуру MEFS можно представить иначе — Minimal Efficiency Screening. В настоящей работе предлагается следующее разделение для MEFS с точки зрения капитальных затрат (**табл. 1**). Проиллюстрируем работу фильтра окупаемости на следующем примере. Пусть на одном лицензионном участке находятся 2 поднятия, с которыми связаны несколько объектов разработки.

1. На первом уровне фильтра окупаемости MEFS I необходимо учесть следующие капитальные затраты:
 - эксплуатационное бурение (ЭБ) и строительство эксплуатационной скважины;
 - инженерная подготовка и обустройство эксплуатационной скважины;
 - инженерная подготовка и обустройство коридора линейных коммуникаций до сборного коллектора, либо до площадного объекта — установки подготовки нефти (УПН).
2. На втором уровне фильтра окупаемости MEFS II добавляются затраты на геолого-разведочные работы для поднятия.
3. На третьем уровне фильтра окупаемости MEFS III добавляются следующие затраты:
 - геологоразведочные работы для лицензионного участка;
 - строительство объектов инфраструктуры подготовки, внешнего транспорта и сдачи продукции.

В соответствии с приведенным описанием фильтров при расчете затрат по уровням MEFS включены следующие виды затрат (**табл. 2**).

Расчет технических параметров, масштабирование и сбор капитальных затрат в соответствии с MEFS производится в разработанном расчетном модуле «Обустройство». Стоимостные параметры рассчитываются в корпоративной информационной системе Сарех IT и вносятся в модуль «Обустройство» в виде удельных стоимостных параметров.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РАСЧЕТОВ НА УРОВНЯХ MEFS I И II

Автоматизация расчетов в части обустройства на уровнях MEFS I и II реализована путем оценки затрат, приходящихся удельно

Таблица 1. Технология MEFS — Minimal Efficiency screening
Table 1. MEFS technology — Minimal Efficiency screening

Уровень MEFS	Описание
MEFS I	Окупаемость эксплуатационного бурения
	Окупаемость объекта разработки
MEFS II	Окупаемость поднятия
MEFS III	Окупаемость лицензионного участка

Таблица 2. Учет затрат по уровням фильтров окупаемости MEFS
Table 2. Cost accounting by MEFS payback filter levels

Фильтр окупаемости	ОРЕХ	ЗБ	Об-во куста + линейная часть до центра сбора	ПРБ поднятия	СРР ЛУ	Площадная инфраструктура подготовки и внешнего транспорта
MEFS I	✓	✓	✓	нет	нет	нет
MEFS II	✓	✓	✓	✓	нет	нет
MEFS III	✓	✓	✓	✓	✓	✓

на единичную скважину на кустовой площадке. Далее затраты умножаются на количество скважин в соответствии с графиком строительства и ввода скважин в эксплуатацию, в результате чего формируется общая стоимость объектов инфраструктуры для данных фильтров окупаемости.

Для корректного учета состава объектов инфраструктуры специалистами ЦОиАП выполнен анализ существующих систем сбора месторождений Компании. По результатам данного анализа методически принято, что при кустовой системе разработки в среднем на кустовой площадке нефтяных скважин располагается 12 скважин. На одной кустовой площадке газовых скважин располагается 6 скважин. Протяженность коридоров коммуникаций в среднем на один куст составляет 4 км нефтесборных сетей, водоводов высокого давления или газосборных сетей, автодорог и 8 км одноцепных ВЛ-6/10 кВ для нефтяных кустов и 4 км одноцепных ВЛ-6/10 кВ для газовых кустов в соответствии с категорией по надежности электроснабжения.

При одиночном бурении от АГЗУ до скважины предусматривается одна линия 6 или 10 кВ равная по протяженности нефтесборному трубопроводу. Протяженность промысловых дорог (при необходимости строительства) принимается равной протяженности нефтегазосборных сетей. В обустройстве газовых кустов предусматриваются метаноопроводы, протяженность которых принимается равной протяженности газосборных сетей.

Для формирования стоимости единичной скважины в системе стоимостного инжиниринга Компании (ИС CAPEX IT) формируется проект для расчета удельных показателей стоимости объектов инфраструктуры входящих в состав:

- стоимость обустройства кустовых площадок от 2 до 24 скважин;
- стоимость инженерной подготовки кустовых площадок от 2 до 24 скважин;
- стоимость нефтесборных сетей наружным диаметром 89, 159 и 273 мм;

- стоимость газосборных сетей наружным диаметром 325 и 426 мм;
- стоимость водоводов высокого давления наружным диаметром 168 и 219 мм;
- в качестве метаноопроводов применяется стоимостная модель водоводов низкого давления наружным диаметром 57 мм;
- воздушные или кабельные линии электропередачи ВЛ-10 кВ;
- промысловые дороги IV категории без покрытия.

При наличии информации о количестве скважин на кустовых площадках (например, после выполнения задачи поиска оптимума по данному параметру в процессе выбора оптимальной системы разработки), высоком газовом факторе, небольшом количестве кустов газовых скважин и др., возможна корректировка принятых выше параметров.

СКОРОСТЬ РАСЧЕТА ОДНОГО ВАРИАНТА ИНФРАСТРУКТУРЫ В МОДУЛЕ «ОБУСТРОЙСТВО» ПОД РАЗЛИЧНЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ СОСТАВЛЯЕТ ОКОЛО 5 СЕКУНД.

Дополнительно при расчете стоимости единичной скважины учитываются затраты на природоохранные мероприятия от объема капитальных вложений в обустройство, а также рассчитываемый по утвержденной методике Компании инвестиционный резерв. Удельный показатель стоимости зависит от количества скважин на куст. Эта зависимость учитывает:

- синергию скважин в кустовой площадке: чем больше количество скважин, тем меньше удельная стоимость строительства и обустройства каждой скважины;
- изменение количества кустов и соответствующей протяженности коридора линейных коммуникаций: чем больше количество скважин на кустовой площадке, тем меньше кустов и меньше протяженность коридора и тем меньше удельная стоимость строительства и обустройства скважин.

Указанная зависимость проиллюстрирована на **рис. 2**, на котором стоимость нормирована на удельную стоимость строительства нефтяной скважины на кустовой площадке из 2 скважин.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РАСЧЕТОВ НА УРОВНЕ MEFS III

На уровне MEFS III к затратам предыдущего уровня добавляются затраты в соответствии с **табл. 2**, требуется учет стоимости объектов подготовки продукции скважин и внешнего транспорта товарной продукции. Задача автоматизации блока обустройства на данном уровне состоит в корректном масштабировании физических и стоимостных параметров объектов инфраструктуры для выбранной концепции обустройства.

Концепция обустройства формируется специалистом по обустройству и подается в качестве исходных данных в виде набора настроек в модуле «Обустройство»:

- схема сбора продукции скважин / закачки воды;
- схема подготовки нефти, либо логическое условие для выбора (например, при минимальных уровнях добычи используются мобильные комплексы освоения скважин и автовывоз, при средних — установка предварительного сброса воды, при высоких — установка подготовки нефти);
- схема внешнего транспорта нефти (возможно логическое условие на переключение автовывоз / внешний нефтепровод);
- объекты подготовки газа: предварительная, комплексная подготовка, установка стабилизации конденсата и т.п.;

- объекты перекачки газа с указанием: требуемых давлений в конечной точке, условий ввода дожимных компрессорных станций по ступеням, профиля падения устьевого давления газовых скважин, предварительных сетевых расчетов системы газосбора и т.д.;
- объекты генерации: собственная электростанция либо подключение к существующим сетям и подстанциям;
- вспомогательные объекты обустройства: опорная базы промысла, вахтовый жилой поселок, вертолетная площадка и др.

Таким образом, в модуле автоматического расчета обустройства фиксируется список объектов, подлежащих строительству. Возможна настройка для гибкого подхода и вариаций объектов при изменении уровней добычи.

Сроки строительства объектов настраиваются в соответствии с дорожной картой реализации проекта.

Одна из задач модуля «Обустройство» состоит в автоматическом подборе диаметра межпромысловых и внешних трубопроводов.

Для расчёта трубопроводов внешнего транспорта нефти в зависимости от объема транспортируемой товарной нефти и протяженности трубопровода выполнены предварительные расчеты в специализированном ПО. Расчет сведен в таблицу, которая представляет собой палетку трубопроводов, которая позволяет в автоматическом режиме определять внешний диаметр трубопровода. Зависимость диаметра трубопровода от расхода и выбранной протяженности, проиллюстрированная на **рис. 3**, позволяет определить максимальный объем прокачки.

Данные зависимости рассчитаны для разгазированных безводных нефтей со средними свойствами. Дополнительно были рассчитаны зависимости для нефтей с газовым фактором 50, 125 и 200 м³/м³.

Подбор диаметра газопровода внешнего транспорта производится по уравнению Бернулли с приближением Веймаута для гидродинамического сопротивления:

$$d = \left[\frac{G^2 \cdot z \cdot R_g \cdot T \cdot L}{65 \cdot (P_1^2 - P_2^2)} \right]^{3/16}, \quad (1)$$

где G — массовый расход газа, кг/с; z — коэффициент сжимаемости; R_g — индивидуальная газовая постоянная, Дж/(кг * К), $R_g = R / \mu_r$; R — универсальная газовая постоянная, Дж/(моль * К); μ_r — молярная масса газа, кг/моль; T — абсолютная температура газа, К; L — длина газопровода, м; P_1, P_2 — давление в начале и конце газопровода, соответственно.

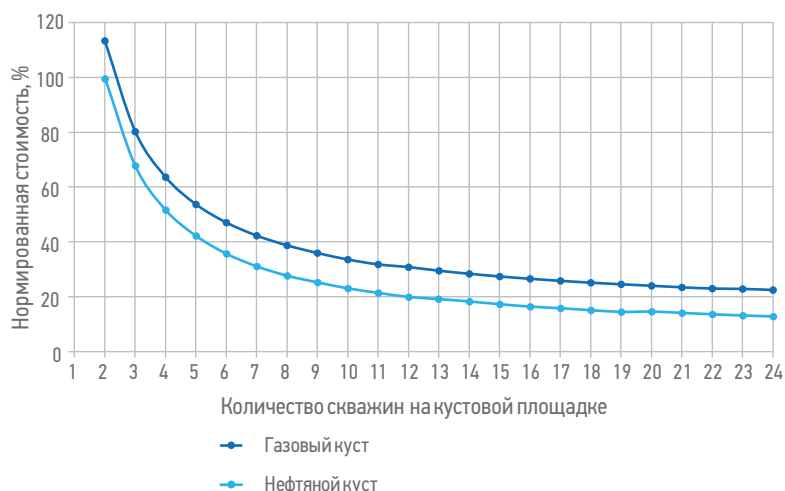


Рис. 2. Изменение удельной стоимости обустройства скважины с коридором линейных коммуникаций в зависимости от количества скважин на кустовой площадке (нормировано). Составлено авторами

Fig. 2. Change in the unit cost of well construction with a linear communications corridor depending on the number of wells on a well pad (normalized). Compiled by the authors

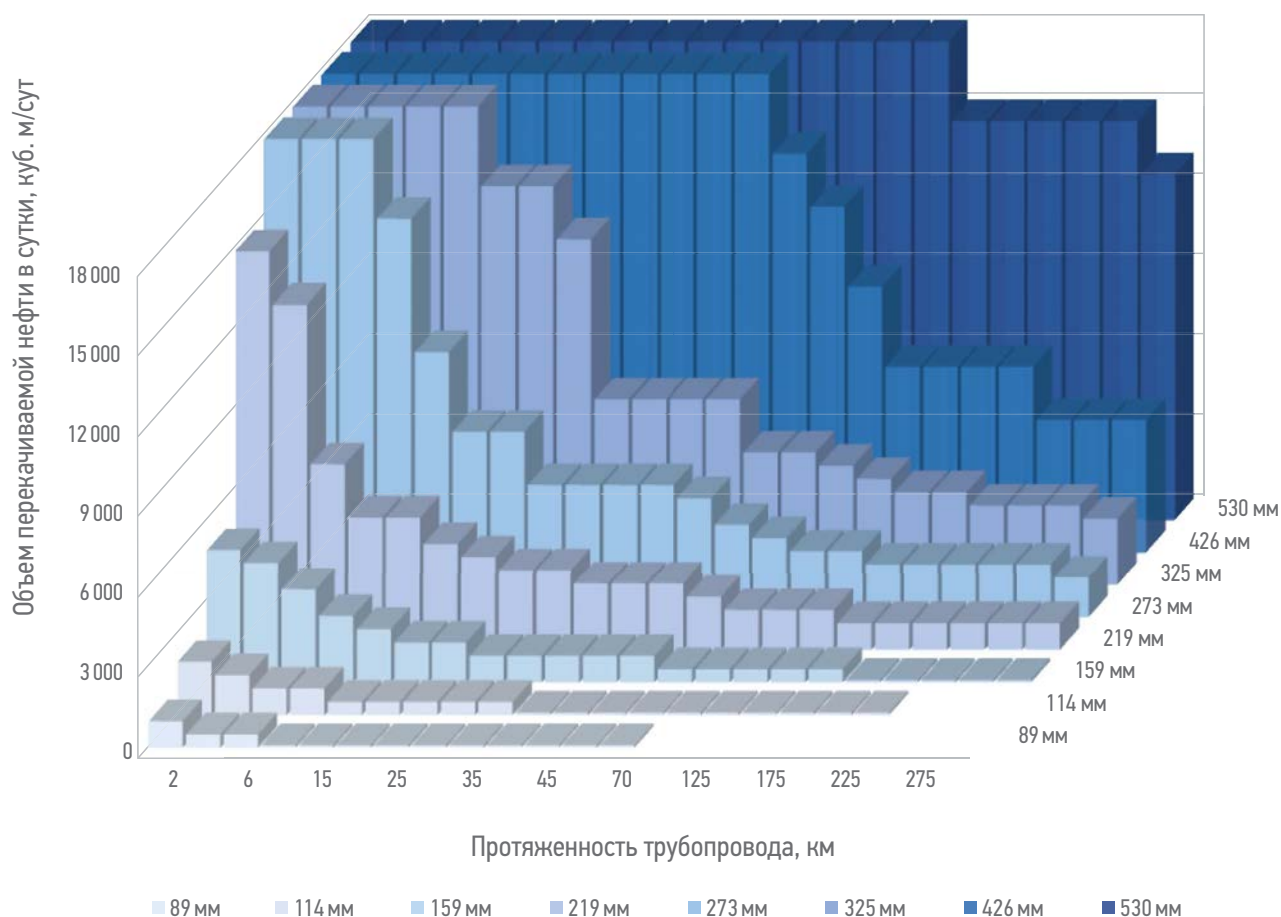


Рис. 3. Зависимость диаметра трубопровода от его протяженности и объема перекачиваемой нефти. Составлено авторами
Fig. 3. The dependence of the pipeline diameter on its length and the volume of oil pumped. Compiled by the authors

Автоматически подобранный по формуле (1) диаметр газопровода проверяется на ограничение по скорости движения газа в газопроводе ≤ 20 м/с [4].

В случае нелинейных газопроводных систем, не поддающихся описанию по формуле (1), необходим предварительный расчет в специализированном ПО с подбором оптимальных схем трубопроводов под весь возможный интервал объемов добычи с дальнейшим автоматическим расчетом диаметров [2].

Расчет производительности объектов подготовки и транспорта продукции выполняется на пиковую добычу продукции в год по ЛУ. Стоимость площадных объектов рассчитывается по типовым шаблонным стоимостным моделям, выполненным в ИС CAPEX IT, в зависимости от требуемого качества подготовки. При наличии достаточного обоснования и достоверных исходных данных возможно выполнение оптимизации оборудования по аппаратам, исключение объектов общезаводского хозяйства и т.п.

Модуль «Обустройство» позволяет автоматически масштабировать объекты обустройства под заданные профили добычи флюидов и рассчитать:

- газовый баланс, с учетом отбора газа на собственные нужды: подготовку нефти, конденсата, компримирования газа, газа на усадку жидких компонент C3,4 и C5+;
- электрическую мощность электростанции собственных нужд с учетом всех основных потребителей по годам, единичную мощность энергоблоков и их количество;
- инвестиционный резерв;
- предварительный расчет штрафов за сжигание ПНГ.

Расчетный модуль позволяет автоматически определить сроки ввода и мощность дожимных компрессорных станций по ступеням (ДКС), а также производить оптимизационные расчеты с вводом ДКС при снижении устьевого давления, либо без ввода ДКС и поддержании высокого устьевого давления, достаточного для межпромыслового транспорта и подготовки. Кроме того, возможен учет свободных мощностей (объемы и профиль давления) в точке подключения. Решения по энергоснабжению ЛУ. Расчет требуемой мощности электроснабжения на добычу, подготовку и перекачку продукции выполняется по заданным условиям (глубина скважины, динамический уровень,

требуемое давление на устье нагнетательной скважины и др.) и зависит от профилей добычи, условий транспортировки и состава объектов подготовки. Исходя из расчетного электропотребления определяется мощность объекта генерации (ГПЭС или ГТЭС), компоновка объектов внешнего энергообеспечения.

Дополнительно предусматривается строительство внутрипромысловых подстанций в зависимости от протяженности нефтесборных коллекторов. На каждые 100 км нефтесборных трубопроводов закладывается ПС-35/10 требуемой мощности и ВЛ-35 кВ протяженностью 25 км. При расчете месторождений с большой протяженностью нефтесборных трубопроводов на каждые три ПС-35/10 добавляется ПС-110/35/10 требуемой мощности для обеспечения ПС-35/10 и ВЛ-110 кВ протяженностью 50 км.

Все вышеописанные расчеты в интегрированной модели «разработка–инфраструктура–экономика» выполняются в течение нескольких секунд, что позволяет выполнить вероятностную оценку новых активов в течение приемлемого времени.

При необходимости производится оптимизация технических решений на итоговых профилях добычи. Диаметры трубопроводов уточняются в специализированном ПО, мощность площадных объектов подготовки нефти в расчетном модуле ПО AutoUPN [5].

Для расчета стоимости объектов под требуемую производительность выбранного сценария производится масштабирование стоимости по формуле Ленца [5]. При необходимости

производится уточнение расчетов стоимостного инжиниринга в системе IT CAPEX с использованием тонких настроек: исключение технологических линий, отдельных аппаратов в соответствии с планируемой схемой подготовки, общестанционных сооружений, изменение способа прокладки трубопроводов, толщины стенки, наличие теплоизоляции, АСУТП и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Благодаря принятым допущениям и автоматизации решений по масштабированию физических и стоимостных параметров наземной инфраструктуры, реализован инструмент вероятностной оценки активов на этапе «Доступ» и создана интегрированная модель «разработка–инфраструктура–экономика». С учетом скорости выполнения вычислений (порядка нескольких секунд на вариант) возможно проведение серий инфраструктурных расчетов под различные концепции разработки и получение оптимальных решений. Представленный расчетный модуль «Обустройство» с учетом вышеописанных укрупненных технических и стоимостных подходов обеспечивает:

- оперативный расчет стоимости объектов инфраструктуры;
- наиболее точную оценку имеющихся неопределённостей и рисков этапов «Геология» и «Разработка» с определением NPV каждого сценария;
- оценку устойчивости актива к имеющимся неопределённостям.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

MEFS — Minimal Efficiency screening
СИ Capex IT — корпоративная информационная система стоимостного инжиниринга
АСУТП — автоматизированная система управления технологическим процессом
ГПЭС — газопоршневая электростанция
ГТЭС — газотурбинная электростанция
ГЭО — геолого-экономическая оценка
ДКС — дожимная компрессорная станция
ИС — информационная система

ЛУ — лицензионный участок
ПГ — природный газ
ПНГ — попутный нефтяной газ
ПО — программное обеспечение
ПРБ — поисково-разведочное бурение
СРР — сейсморазведочные работы
УПН — установка подготовки нефти
ЦОиАП — Центр оценки и анализа проектов
ООО «Газпромнефть НТЦ»
ЭБ — эксплуатационное бурение

Список литературы

1. Дымочкина М.Г. Геолого-экономическая оценка проектов: настоящее и будущее / М.Г. Дымочкина, П.Ю. Киселев, М.Н. Пислегин, Т.Г. Кузьмин, А.Т. Муллағалиев // ПРОНЕФТЬ. — 2018. — №3 (9). — С. 18–23.
2. Melnikov S.I., Vershigora N.V., Groo A.A., Grigorev D.S., Kiselev P.Y., Morozov V.V. Paper presented at the SPE Russian Petroleum Technology Conference, Virtual, October 2021. SPE-206572-MS.
3. Rose P.R. Risk analysis and management of petroleum exploration ventures, Tulsa, Oklahoma: The American Association of Petroleum Geologists, 2001. — 164 с.
4. ГОСТ Р 58367-2019 Обустройство месторождений нефти на суше. Технологическое проектирование. Введ. 15.04.2019.
5. Мурашов Б.А. Расчет и оптимизация объектов подготовки и перекачки нефти при оценке проектов в реинжиниринге / Б.А. Мурашов, Н.Ф. Тепляков // ПРОНЕФТЬ. — 2018. — №4 (10). — С. 71–74.

Reference

1. M.G. Dymochkina, P.Yu. Kiselev, M.N. Pislegin, T.G. Kuzmin, A.T. Mullagaliyev. GeoloGical and economic evaluation (Gee): from present to future. 'PRONEFT'. Professional'no o nefi. 2018. No. 3(9). P. 18–23. (In Russ.)
2. Melnikov S.I., Vershigora N.V., Groo A.A., Grigorev D.S., Kiselev P.Y., Morozov V.V. Paper presented at the SPE Russian Petroleum Technology Conference, Virtual, October 2021. SPE-206572-MS.
3. Rose P.R. Risk analysis and management of petroleum exploration ventures, Tulsa, Oklahoma: The American Association of Petroleum Geologists, 2001, 164 p.
4. GOST R 58367-2019 Development of onshore oil fields. Technological design. Introduction. 15.04.2019.
5. Murashov B.A., Teplyakov N.F. Raschet i optimizaciya ob'ektov podgotovki i perekachki nefi pri ocenke proektov v re-inzhiniringe (Calculation and optimization of oil treatment and pumping facilities when evaluating projects in reengineering). 'PRONEFT'. Professional'no o nefi. 2018. No. 4 (10). P. 71–74.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

С.И. Мельников — разработал концепцию статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи.

Б.А. Мурашов — разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, разработал методические подходы к автоматизации расчета обустройства единичной скважины, развил методический подход к масштабированию расчетов на уровне MEFS III.

А.А. Гроо — разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, разработал методические подходы к автоматизации расчета обустройства единичной скважины, развил методический подход к масштабированию расчетов на этапе MEFS III.

А.М. Муллин — подготовил текст статьи, развил методический подход к расчету объектов газовой инфраструктуры.

Sergey I. Melnikov — developed the concept of the article, finally approved the published version of the article.

Boris A. Murashov — developed the concept of the article, prepared the text of the article, developed methodological approaches to automating the calculation of the construction of a single well, developed a methodical approach to scaling calculations at the MEFS III level.

Alexandr A. Groo — developed the concept of the article, prepared the text of the article, developed methodological approaches to automating the calculation of the construction of a single well, developed a methodical approach to scaling calculations at the MEFS III level.

Andrey M. Mullin — prepared the text of the article, developed a methodical approach to the calculation of gas infrastructure facilities.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Сергей Игоревич Мельников — руководитель по разработке продуктов, ООО «Газпромнефть НТЦ», Центр оценок и анализа проектов, 119000, Россия, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 75–79 Д
melnikov.si@gazpromneft-ntc.ru

Борис Александрович Мурашов — руководитель направления, ООО «Газпромнефть НТЦ», Центр оценок и анализа проектов, 119000, Россия, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 75–79 Д
Murashov.BA@gazpromneft-ntc.ru

Александр Александрович Гроо* — руководитель направления, ООО «Газпромнефть НТЦ», Центр оценок и анализа проектов, 119000, Россия, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 75–79 Д
Groo.AA@gazpromneft-ntc.ru

Андрей Михайлович Муллин — руководитель направления, ООО «Газпромнефть НТЦ», Центр оценок и анализа проектов, 119000, Россия, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 75–79 Д
Mullin.AM@gazpromneft-ntc.ru

Sergey I. Melnikov — manager, Gazpromneft STC LLC
75-79 liter D Moika River emb., 190000, Saint Petersburg, Russia
e-mail: melnikov.si@gazpromneft-ntc.ru

Boris A. Murashov — industry manager, Gazpromneft STC LLC
75-79 liter D Moika River emb., 190000, Saint Petersburg, Russia
e-mail: Murashov.BA@gazpromneft-ntc.ru

Alexandr A. Groo* — industry manager, Gazpromneft STC LLC
75-79 liter D Moika River emb., 190000, Saint Petersburg, Russia
e-mail: Groo.AA@gazpromneft-ntc.ru

Andrey M. Mullin — industry manager, Gazpromneft STC LLC
75-79 liter D Moika River emb., 190000, Saint Petersburg, Russia
e-mail: Mullin.AM@gazpromneft-ntc.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author