ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56448— 2015

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГАЗОВЫЕ, ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ, НЕФТЕГАЗОВЫЕ И НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основные функциональные и технические требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Газпром» (ОАО «Газпром») и Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром георесурс» (ООО «Газпром георесурс»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 июня 2015 г. № 669-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2018 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГАЗОВЫЕ, ГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ, НЕФТЕГАЗОВЫЕ И НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫЕ. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основные функциональные и технические требования

Gas, gas condensate, oil and gas and oil-gas condensate deposits. Software for geological reservoir modeling. Main functional and technical requirements

Дата введения — 2016—05—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к программному обеспечению для геологического моделирования месторождений нефти и газа.

1.2 Положениями настоящего стандарта руководствуются субъекты хозяйственной деятельности:

- использующие программное обеспечение для геологического моделирования газовых, газоконденсатных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений;
- разрабатывающие программное обеспечение для геологического моделирования газовых, газоконденсатных, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.417 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин

ГОСТ 19.105 Единая система программной документации. Общие требования к программным документам

ГОСТ 19.601 Единая система программной документации. Общие правила дублирования, учета и хранения

ГОСТ 19.603 Единая система программной документации. Общие правила внесения изменений

ГОСТ 28195 Оценка качества программных средств. Общие положения

ГОСТ Р 8.645 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение работ по геологическому изучению, использованию и охране недр в Российской Федерации. Основные положения

ГОСТ Р 53709 Скважины нефтяные и газовые. Геофизические исследования и работы в скважинах. Общие требования

ГОСТ Р 53712 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Программные средства для проектирования и оптимизации процесса разработки месторождений. Основные требования

ГОСТ Р 54362 Геофизические исследования скважин. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119 Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910 Информационная технология. Процесс создания документации пользователя программного средства

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по

Издание официальное

техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **трехмерная геологическая модель:** Представление продуктивных пластов и вмещающей их геологической среды в виде трехмерной сетки, каждая ячейка которой характеризуется значениями свойств пород.

3.2 **параллельные вычисления:** Способ организации компьютерных вычислений, при котором в один и тот же момент времени могут выполняться одновременно несколько вычислительных операций, направленных на решение общей задачи.

3.3 **структурная модель:** Геометрический каркас геологической модели, состоящий из субпараллельных стратиграфических поверхностей и субвертикальных поверхностей нарушений.

3.4

LAS-формат: Формат представления данных Log ASCII Standard.
[ГОСТ Р 53375—2009*, статья 3.10]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГИС — геофизические исследования скважин;
ГК — гамма каротаж;
ГМ — геологическая модель;
ГСР — геолого-статистический разрез;
ГТИ — геолого-технологические исследования;
ПД — программная документация;
ПО — программное обеспечение;
ПС — метод самопроизвольной поляризации;
ФЕС — фильтрационно-емкостные свойства.

5 Общие положения

Программное обеспечение геологического моделирования применяется для определения площади залежей, объемов нефте- и газонасыщенных пород, объемов углеводородов в пластовых условиях. Программное обеспечение геологического моделирования должно обеспечивать возможность создания трехмерной (3D) геологической модели на основе геологического обоснования процессов осадконакопления, результатов интерпретации данных сейсморазведки и результатов корреляции разрезов скважин.

Трехмерная геологическая модель используется как геологическая основа для гидродинамического моделирования и соответствует результатам оценки начальных запасов и подсчетных параметров.

6 Исходные данные для программного обеспечения геологического моделирования

6.1 Данные о траекториях эксплуатационных и разведочных скважин, представленные в виде:
- координат и альтитуды стола ротора;

* Заменен на ГОСТ Р 53375—2016.

- замеров инклинометрии (зенитный угол, географический азимут) и/или результатов их обработки (географические координаты, абсолютная отметка) вдоль ствола скважины с привязкой по измеренной глубине.

6.2 Результаты обработки данных ГИС, представленные в виде поточечных кривых (двойные разностные параметры ГК, ПС, кажущееся сопротивление и т. д.). Открытый перечень методов ГИС представлен в ГОСТ Р 53709, ГОСТ Р 54362. Основным форматом представления данных ГИС служит формат LAS.

6.3 Результаты интерпретации данных ГИС (литологическое расчленение разреза скважины, пористость, начальная газо- и нефтенасыщенность и т. д.), представленные в виде таблиц поинтервальных значений параметров или в виде поточечных кривых.

6.4 Результаты стратиграфического расчленения разрезов скважин — отметки пластопересечений в виде таблиц.

6.5 Результаты интерпретации данных 2D/3D сейсморазведки, представленные в виде:

а) кубов сейсмических амплитуд и атрибутов (включая кубы частичных сумм) во временном и/или глубинном масштабе;

б) результатов трассирования отражающих горизонтов во временном и/или глубинном масштабе (в виде поверхностей или наборов точек);

в) результатов трассирования разломов (в виде линий или наборов точек) во временном и/или глубинном масштабе;

г) скоростной модели в виде куба скоростей и/или набора карт интервальных скоростей между отражающими горизонтами, выделенными в б) и/или в виде единой скоростной зависимости;

д) результаты оконтуривания геотел и/или сейсмофациальных зон в виде двумерных полигонов (линий);

е) результаты прогнозирования площадного распределения эффективных мощностей.

6.6 Результаты стандартных и специальных исследований керна в виде зависимостей керн-керн (пористость—проницаемость, пористость—связанная водонасыщенность и т. д.), зависимость для перевода пористости из стандартных в пластовые условия, а также данных капилляриметрии.

6.7 Результаты ГТИ (данные о составе шлама и о механических свойствах разбуриваемых пород) представляются как поточечные кривые — зарегистрированные и расчетные геологические, геохимические и технологические параметры как функции от измеренной глубины. Формат файлов — LAS.

6.8 Интервалы перфорации, данные испытаний и опробования пластов. Представляются в виде таблиц, включающих фактические и/или измеренные глубины границ перфорированных интервалов скважин, даты перфорации и изоляции, данные результатов испытаний и опробования пластов.

6.9 Даты ввода скважин в эксплуатацию, данные разработки представляются в виде таблиц.

6.10 Топографическая основа (изолинии рельефа земной поверхности или морского дна), карты изученности, космические снимки представляются в виде координатно-привязанных растровых либо векторных изображений на плане XY, включающих точки скважин, линии сейсмических профилей, границы сейсморазведки 2D/3D, границы лицензионных участков.

6.11 Геологическая информация по месторождениям аналогичного типа.

Примечание — Обычно используется в случае отсутствия либо недостаточности информации по исследуемому объекту, геологическая информация по соседним либо аналогичным по структуре месторождениям, например: размеры и формы монопородных тел, вариограммы свойств, зависимости керн-керн, керн—ГИС, модели переходных зон.

6.12 Единицы измерения исходных данных

Исходные данные для ПО геологического моделирования измеряют в системе СИ в соответствии с ГОСТ 8.417 и ГОСТ Р 8.645.

7 Функциональные требования к программному обеспечению геологического моделирования

7.1 Импорт исходных данных из внешних файлов:

- импорт координат и альтитуды устьев скважин из текстовых файлов гибкого формата;
- импорт замеров инклинометрии и траекторий скважин из текстовых файлов гибкого формата и файлов формата LAS;

- импорт маркеров пластопересечений для скважин из текстовых файлов гибкого формата;
- импорт результатов интерпретации и обработки данных ГИС из файлов формата LAS или текстовых файлов;
- импорт сейсмических кубов в формате SEGY с возможностью подбора спецификации версии бинарных заголовков трасс;
- импорт поверхностей, точек и линий из текстовых файлов гибкого формата;
- импорт зависимостей (керн-керн, керн—ГИС и т. д.) из текстовых файлов гибкого формата;
- импорт результатов ГТИ из файлов формата LAS;
- импорт таблиц, включающих фактические и/или измеренные глубины границ перфорированных интервалов скважин, даты перфорации и изоляции, данные результатов испытаний и опробования пластов;
- импорт описания геометрии трехмерных сеток и трехмерных кубов.

7.2 Пересчет замеров инклинометрии в траектории скважин.

7.3 Контроль качества импортированных исходных данных:
- построение гистограмм;
- построение кроссплотов с возможностью отображения уравнения и среднеквадратического отклонения;
- построение ГСР;
- построение вариограмм;
- визуальный контроль качества через отображение загруженных данных в 3D окне;
- визуальный контроль качества загруженных данных в таблицах.

7.4 Межскважинная корреляция:
- создание и сохранение планшетов для корреляции с вынесением на них результатов обработки и интерпретации ГИС и маркеров пластопересечений;
- отображение скважин в измеренных и абсолютных глубинах;
- интерактивное создание и редактирование маркеров пластопересечений;
- интерактивное создание и редактирование маркеров пересечения скважин и разломов;
- интерактивное редактирование результатов интерпретации ГИС, визуализированных в виде кривых в окне корреляции скважин.

7.5 Определение подсчетных параметров для выделенных интервалов (пластов) по скважинам (общая, эффективная и эффективная нефте/газонасыщенная толщина, доля коллектора, средняя пористость, средняя насыщенность и т. д.).

7.6 Двумерное картопостроение:
- интерполяция структурных поверхностей на основе пластопересечений и/или результатов интерпретации данных сейсморазведки;
- интерполяция карт общих, эффективных и эффективных нефте/газонасыщенных толщин, доля коллектора (песчанистости, средней пористости, средней насыщенности и т. д.):
  а) с возможностью учета линий выклинивания/замещения;
  б) поддержка методов двумерной интерполяции:
    1) сплайновых,
    2) минимальной кривизны,
    3) кригинг,
    4) последовательное Гауссово моделирование;
- интерактивное редактирование карт, полученных с помощью методов двумерной интерполяции.

7.7 Структурное моделирование:
- построение поверхностей разломов;
- описание взаимоотношений разломов методами пилларов, бинарного дерева, склеенных блоков или их аналогами;
- построение структурных поверхностей с учетом разломов по скважинным и сейсмическим данным, а также с учетом карт общих толщин.

7.8 Построение трехмерных сеток для геологического и фильтрационного моделирования:
- с учетом разломов, в том числе реверсивных;
- на один или несколько пластов;
- с возможностью регуляризации ячеек трехмерной сетки;
- с возможностью учета различных способов напластования (равномерное, кровельное прилегание, подошвенное налегание и т. д.).

7.9 Фациальное (литологическое) моделирование методами:

- индикаторного моделирования (SIS):

а) с воспроизведением скважинных данных;

б) с возможностью задания переменного азимута анизотропии;

в) с возможностью обеспечения заданной во всех реализациях модели:

1) доли коллекторов каждого типа,

2) карты доли коллекторов каждого типа,

3) ГСР для коллекторов каждого типа.

Примечание — Обычно задается одно из перечисленного выше;

г) с возможностью задания разных моделей вариограмм в вертикальном и латеральном направлениях;

д) с возможностью учета сейсмических атрибутов или произвольных трехмерных массивов.

- объектного моделирования:

а) с воспроизведением скважинных данных;

б) с возможностью гибкого задания формы осадочных тел;

в) с возможностью обеспечения заданной во всех реализациях модели:

1) доли коллекторов каждого типа или,

2) карты доли коллекторов каждого типа или,

3) ГСР для коллекторов каждого типа;

г) с возможностью учета сейсмических атрибутов или произвольных трехмерных массивов.

- многоточечной статистики.

7.10 Моделирование пространственных распределений ФЕС методами:

- кригинга;

- кокригинга (при одновременном моделировании нескольких свойств);

- коллокейтед кокригинга (при моделировании с учетом сейсмического тренда или произвольного трехмерного массива);

- симулирования случайной Гауссовой функции;

- косимулирования случайной Гауссовой функции (при одновременном моделировании нескольких свойств);

- коллокейтед косимулирования случайной Гауссовой функции (при моделировании с учетом сейсмического тренда).

- с возможностью раздельного (независимого) моделирования:

а) в разных пластах (подсетках);

б) разных литологических типах пород;

в) отдельных осадочных телах (объектах);

г) внутри произвольного участка трехмерной сетки.

7.11 Перенос параметров с геологических сеток на более грубые гидродинамические сетки с возможностью:

- точного осреднения аддитивных параметров (доля коллектора, пористость, насыщенность);

- приближенной оценки эффективных значений проницаемости методами:

а) арифметического осреднения;

б) гармонического осреднения;

в) гармонико-арифметического осреднения;

г) арифметико-гармонического осреднения;

д) диагонального тензора;

е) полного тензора.

7.12 Подсчет начальных запасов, расчет и оформление итоговых таблиц согласно [1]:

- по наборам двумерных карт;

- трехмерным сеткам (геологическим и гидродинамическим).

7.13 Совместная визуализация имеющихся пространственных данных и результатов моделирования в любых сочетаниях:

- в трехмерных окнах;

- на разрезах;

- на картах.

7.14 Контроль качества построений (сопоставление вероятностных распределений параметров в скважинных, на геологических и гидродинамических сетках):

- через создание гистограмм;
- создание кроссплотов;
- оценку среднестатистических параметров;
- с возможностью предварительной декластеризации данных.

7.15 Анализ неопределенности геологической модели:

- через расчет и сохранение заданного числа стохастических реализаций геологической модели;
- подсчет запасов по набору стохастических реализаций геологической модели;
- обратную загрузку результатов расчета моделей на гидродинамическом симуляторе и сравнение их с фактическими данными разработки.

7.16 Экспорт исходных данных и результатов моделирования в текстовые или бинарные файлы.

8 Требования к документированию программного обеспечения геологического моделирования

8.1 Для ПО ГМ разрабатывают ПД в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910 и ГОСТ Р 53712. Общие требования к ПД соответствуют ГОСТ 19.105.

8.2 Дублирование, учет и хранение ПД проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 19.601. Изменения в ПД вносят в соответствии с ГОСТ 19.603.

9 Технические требования к программному обеспечению геологического моделирования

ПО должно удовлетворять следующим основным требованиям:

- функционирование на современных операционных системах и аппаратных платформах;
- поддержка доступа к реляционным базам данных;
- наличие встроенного языка программирования или интерфейса к одному из общедоступных алгоритмических языков;
- обеспечение возможности параллельных вычислений для ускорения расчетов;
- обеспечение возможности сохранения истории действий с геологическими объектами;
- обеспечение возможности создавать рабочий процесс (Workflow), позволяющий проделать все операции по построению геологической модели в автоматическом режиме;
- обеспечение возможности конвертации моделей, созданных в более ранних версиях ПО геологического моделирования, в формат обновленной версии ПО;
- для корреляции десятков, сотен, тысяч скважин в состав ПО геологического моделирования могут входить автоматизированные процедуры;
- наличие гибкого инженерного калькулятора для работы с массивами данных.

10 Подтверждение соответствия программного обеспечения для геологического моделирования

Подтверждение соответствия ПО ГМ должно проводиться в соответствии с ГОСТ 28195, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119 путем:

- экспертного анализа руководства пользователя, с проверкой наличия описания функциональности, реализующей положения настоящего стандарта;
- физического запуска и экспертного анализа предоставленных производителем ПО тестов (включенных в состав поставки ПО или предоставленных разработчиками ПО), демонстрирующих реализацию функциональности.

Библиография

[1] РД 153-39.0-109-01 Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений

УДК 004.45:006.354 ОКС 35.080 ОКП 42 5400

Ключевые слова: программное обеспечение, геологическое моделирование, исходные данные, функциональные требования, технические требования

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *Е.Е. Кругова*

Сдано в набор 31.10.2018. Подписано в печать 20.11.2018. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru