**Приложение 1**

**Общие и функциональные требования к программному обеспечению.**

1. **Общие требования к предоставляемому программному обеспечению**

Программные комплексы должны иметь инструменты для:

* + Создания базы геолого-промысловых и других данных по месторождению на основе оцифрованного материала;
  + Создания скважинной базы данных;
  + Обработки и интерпретации ГИС для целевых горизонтов объекта;
  + Интерпретации сейсморазведочного материала,построения структурной модели с динамическими характеристиками;
  + Геологического моделирования;
  + Гидродинамического моделирования;
  + Анализа данных и мониторинга разработки месторождения.

1. **Функциональные требования к инструментам интерпретации сейсморазведочного материала, построения структурной модели с динамическими характеристиками**

Программное обеспечение для построения структурной модели с динамическими характеристиками должно обладать следующим функционалом:

* + Ипользование обмена данными с ПО ведущих вендоров Petrel, OpenWorks, GeoFrame, ParadigmEpos, IHS, JavaSeis, ESRI ArcGIS;
  + Работа на операционных системах Windows и Linux в рамках одного проекта;
  + Использование многопользовательского режима интерпретации в рамках одного проекта с разграничением прав пользователей;
  + Поддержка, в рамках проекта, данных загруженных в различных системах координат и автоматического пересчёта из одной системы координат в другую;
  + Возможность создания собственной системы координат;
  + Загрузка и оценка качества. неограниченного количества суммарных данных;
  + Загрузка и контроль качества неограниченного количества скважин;
  + Расчет и редакция сейсмических невязок в заданном интервале;
  + Встроенная в общую систему калибровка сейсмики на вертикальные и наклонные скважины Ручное и автоматическое пикирование горизонтов и разломов;
  + Дообработки суммарных данных (деконволюция, фильтрация, коррекция амплитуды, фазы, временного сдвига (при необходимости);
  + Расчет сейсмических атрибутов, включая:
* потрассовые (комплексных) атрибуты (амплитуда, частота и др.);
* пространственные атрибуты для картирования морфологии сейсмических текстур (падений и азимутов);
* атрибуты измерения подобия формы сейсмических сигналов (когерентности, хаотического отражения сейсмической записи);
* атрибуты обнаружения и подчеркивания разломов;
* пространственные атрибуты кривизны и частотного разложения (спектральной декомпозиции) и др.;
* структурно зависимое сглаживание с расчетом остаточных амплитуд;
* расчет когерентности несколькими алгоритмами;
* расчёт собственных атрибутов на основе собственных математических формул, в т.ч. в пакетном режиме.
  + Ручная, полуавтоматическая и автоматическая корреляция разломов;
  + Ручная, полуавтоматическая и автоматическая корреляция горизонтов;
  + Ручное пикирование горизонтов с несколькими значениями по оси Z; позволяющее создавать поверхности напрямую из пикинга без дополнительных манипуляций;
  + Расчет и редакция сейсмических невязок по отпикированным горизонтам;
  + Построение гридов и поверхностей в многосъемочном режиме с учетом предварительно рассчитанных полигонов разломов;
  + Создание полигонов и границ объектов в полуавтоматическом и автоматическом режимах;
  + Построение корреляционных полигонов для удобства прослеживания горизонта/разлома;
  + Контроль качества корреляции выравниванием сейсмических данных на горизонты любой сложности с корректным отображением остальной интерпретации, корреляции горизонтов и разломов в выровненном виде (при необходимости);
  + Наложение неограниченного количества атрибутов друг на друга в рамках единой геометрии с настройками их цветового смешивания и прозрачности для определения возможных геологических зон и тел, подготовка к динамическому анализу;
  + Выполнение инверсии сейсмических данных:
* акустической по суммарным временным данным;
* синхронной упругой инверсии по сейсмограммам (угловым суммам (при наличии);
  + Создание кроссплотов и выделение перспективных зон на скважинных данных, картах и разрезах;
  + Преобразование время-глубина на уровне карт и разрезов;
* создание трехмерных скоростных моделей с последующим их использованием для пересчета разрезов и результатов интерпретации в глубинный масштаб и обратно;
  + Калибровка карт (скоростей, изохрон и глубин) на скважины;
  + Уточнение глубинно-скоростной модели, глубинных карт и разрезов в том числе с учетом анизотропии при помощи нескольких видов томографии;
  + AVO/AVA-анализ при наличии наборов сейсмограмм или угловых сумм;
  + Моделирование флюидозамещения, Rockphysics, дообработка престэк-данных, цветная инверсия;
  + Сейсмофациальный анализ, автоматическая и управляемая классификация сейсмических данных методом нейронных сетей по форме трассы;
  + Многоатрибутная классификация с получением кубов сейсмофаций;
  + Многоатрибутная классификация с получением кубов литофаций и кубов вероятности существования каждого литотипа;
  + Одномерноге сейсмомоделирование, включающее получение трасс изменения мощности, пористости и водонасыщенности с последующим использованием для получения количественных карт соответствующих параметров;
  + Расчет кубов литологии на основе классификации кроссплота скважинных зависимостей (импедансов и атрибутов AVO);
  + Межскважинная корреляции и построение геологического разреза на основе произвольных линий;
  + Создание стратиграфической колонки;
  + Назначение маркерам функционального статуса (сбросы, взбросы, надвиги, маркеры разломов и т.д.);
  + Создание разрезов любых сейсмических данных и данных геологии, с горизонтами и разломами как в глубинной, так и во временной области.

1. **Функциональные требования к инструментам для создания скважинной БД, обработки и интерпретации данных ГИС:** 
   * + Возможность работы ПО на нескольких ОС (Windows, LINUX).
     + Возможность создания и управления БД. Одиночная и пакетная загрузка и выгрузка данных (ГИС, результаты анализа керна, испытаний, глубины пластов, палетки и др.);
     + Поддержка всех основных международных отраслевых форматов, данных добычи, керновых данных. Загрузка текстовых и табличных ASCII данных;
     + Загрузка фотографий керна в ящиках, а также растровых изображений с последующим преобразованием в цифровой формат;
     + Возможность хранить неограниченное количество скважинных данных (наборов данных по скважинам, геофизических параметров и т.п.);
     + Непосредственный доступ к сторонним базам данных. Прямая передача скважинных данных в/из БД OpenWorks, Petrel, GeoFrame, Paradigm EPOS;
     + Визуализация, графическая и текстовая редакции данных. Возможность хранить и в любой момент визуализировать/анализировать весь объем каротажных исследований (как необработанные отдельные спуска-подъемные операции, так и итоговый каротаж) и всех керновых исследований (ФЕС, литология, геохимия, фотографии керна и т.д.), результаты испытаний, результаты интерпретации ГИС, стратиграфического разделения разреза разными организациями, результаты (и первоисточники) обработки и интерпретации специальных методов исследований, включая массивы данных (ФКД, имиджи, данные ЯМК, данные капиллярометрии);
     + Статистический анализ промыслово-геофизических и керновых данных, должен содержать средства построения кросс-плотов 2D/3D, распределений, гистограмм, вариационных кривых, других инструментальных средств для статистического анализа. Наличие динамической связи между такими графическими приложениями как кросс-плоты, планшеты, гистограммы;
     + Выполнение логико-математических преобразований. Наличие набора функций для обработки данных по встроенным алгоритмам или заданным пользователем уравнениям, а также с использованием простых логико-математических преобразований;
     + Преобразование логико-математических выражений в синтаксис RMS, Petrel, Gocad/SKUA, Python и Excel;
     + Обработка данных ГИС. Сшивка скважинных данных с любым типом интерполяции (непрерывные, точечные, интервальные), а также увязка по глубине каротажных кривых, керновых данных, имиджей. Инструменты для выполнения нормализации данных в полуавтоматическом режиме;
     + Возможность автоматизации процессов c помощью встроенного скриптового языка, поддерживающего совместную работу с графической библиотекой (Tool Command Language, и т.п.). Поддержка языка структурированных запросов для взаимодействия с системами управления баз данных (Structured Query Language, и т.п.);
     + Возможность формирования графического пользовательского интерфейса;
     + Наличие модульной структуры, для обеспечения гибкой, настраиваемой среды, масштабируемой для использования на компьютерах в диапазонах от ноутбука до нескольких мониторов»;
     + Возможность выполнения обработки и интерпретации скважинных данных в многоскважинном/многопластовом режиме;
     + Возможность проводить детерминистическую интерпретацию данных ГИС. Определение подсчетных параметров – параметров ФЕС, насыщенности, литологии и эффективных толщин по ГИС. Построение объёмных петрофизических моделей. Доступ к основным современным линейным/нелинейным алгоритмам в традиционной методике интерпретации ГИС;
     + Поддержка следующих моделей насыщения: Archie, Total Shale, Indonesia, Nigeria, Simandoux, Pulsed Neutron, Waxman-Smits, Dual Water, Juhasz;
     + Поддержка методов оценки проницаемости, основанных на широко используемых в отрасли методиках (Coates Free Fluid Index, Coates-Dumanoir, Willie-Rose; по градиенту сопротивления, по волне Стоунли и т.п.);
     + Поддержка поточечной и попластовой интерпретации данных ГИС;
     + Интерпретация импульсного нейтронного каротажа с возможностью выявление водо- и нефтенасыщенных пластов; определения положения ВНК; оценки пористости пород; оценки начальной, текущей и остаточной нефтенасыщенности;
     + Возможность ввода поправок за влияние скважин в исходный каротаж. Поддержка актуализированных альбомов палеток для современных приборов типа Wireline и LWD;
     + Поддержка нескольких языков программирования, таких как C++, Python, Matlab, Fourtran, либо аналогичных. Интеграция пользовательских алгоритмов любой сложности;
     + Модуль для вывода графических приложений. Графический модуль для работы как с растровой, так и с векторной графикой, с полным набором инструментальных средств для создания рисунков, импорта фотографий, редактирования изображений, создания пользовательских библиотек заливок, маркеров, цветов;
     + Конвертация изображений из формата \*.CGM в наиболее распространенные форматы векторной и растровой графики и обратно;
     + Возможность выполнения многоминерального анализа путём решения системы линейных и нелинейных петрофизических уравнений, и одновременной оценки правильности интерпретации путем минимизации функции невязки между теоретически рассчитанными и фактическими кривыми. Возможность применения различных методов оптимизации;
     + Возможность интеграции в интерпретационную модель данных геохимического анализа, геохимического спектрометрического каротажа, рентгеноструктурного анализа, элементного спектрального анализа, наравне с данными стандартного каротажа, результатов рутинных исследований керна. Возможность задания весовых функций при использовании альтернативных петрофизических моделей в рамках интерпретации одного интервала;
     + Петроупругое моделирование с использованием эмпирических и теоретических моделей. Флюидозамещение согласно теории Био-Гассмана;
     + Моделирование упругих свойств и флюидозамещение должно быть реализовано как для изотропных, так и анизотропных сред;
     + Возможность ввода поправок за влияние скважинных условий для российской аппаратуры;
     + Алгоритм разбиения на пласты и снятия отсчетов по комплексу данных ГИС;
     + Реализация методики функциональных преобразований в целях определения вещественного состава пород, общей и открытой пористости межзернового (гранулярного) типа по минимальному комплексу методов ГИС (ГК, НГК, АК) и оценки нефтегазонасыщенности коллекторов по одному из методов сопротивления;
     + Возможность выполнения электрофациального анализа и прогноза свойств путём интерпретации скважинных данных на базе методов статистического моделирования и моделирования на основе нейронных сетей (наличие неконтролируемых методов кластеризации, таких как высокоразрешающая классификация (кластеризация) на графах; динамическая кластеризация; восходящая иерархическая кластеризация самоорганизующаяся карта и т.п.). Моделирование подобия для оценивания сходства обучающих выборок и обрабатываемых наборов данных. Поддержка разных систем метрик.
2. **Функциональные требования к инструментам геологического моделирования:**

Программное обеспечение для геологического моделирования должно обладать следующим функционалом:

* Возможность работы ПО на нескольких ОС (Windows, Linux);
* Возможность использования параллельных (многопроцессорных расчетов).
* Поддержка режима локального обновления с возможностью определения региона обновления и сохранения данных неизменными за пределами обновляемого региона и сохранением непрерывности на границе зоны обновления;
* Работа с большими, детализированными моделями и тысячами скважин
* Поддержка форматов Импорта, экспорта и хранение скважинных данных: Las 1.0, Las 2.0, Las 3.0, RMS well, текстовых форматов данных (ASCII), нестандартные пользовательские файлы;
* Поддержка форматов Импорта, экспорта и хранение данных по пластопересечениям скважин: текстовых (ASCII) форматов данных с привязкой по горизонту и относительной/абсолютной глубине (MD/TVD); по номеру скважины и относительной/абсолютной глубине (MD/TVD); привязкой по горизонту, номеру скважины и относительной/абсолютной глубине (MD/TVD);
* Поддержка всех основных международных отраслевых форматов импорта, экспорта и хранения двухмерных данных (точки, полигоны, 2Д поверхности, линии и ребра разломов);
* Поддержка всех основных международных отраслевых форматов импорта трехмерных данных (геометрия сетки параметры и результаты гидродинамических расчетов);
* Поддержка форматов Экспорта трехмерных данных (геометрия сетки параметры и результаты гидродинамических расчетов): CMG Corner point, ACRES XYZCORNERS, Eclipse GRDCL, Eclipse simulation run, EMG regular, Powers input, ROFF, STORM, Tempest More simulation run, VIP CORP, VIP Database, VIP Simulation run, RESCUE;
* Возможность потокового экспорта неограниченного количества данных из проекта: ACSII файлов, Charisma, Z-Map, СPS-3, Roxar text, Eclipse GRDCL, RESCUE, RESQML и др. в автоматизированном режиме, в том числе при работе с много реализационными объектами отдельно по каждой реализации;
* Возможность создания нескольких равнозначных траекторий для любого количества скважин проекта с возможностью переноса данных каротажа и РИГИС с одной траектории на другую;
* Возможность создания и импорта в проект многоствольных и многозабойных скважин и боковых стволов;
* Возможность проектирования ЦО бурения и дизайна траектории по одной скважине, основанной на ограничениях интенсивности набора угла при наклонно-направленном бурении;
* Возможность проектирования и редактирования траекторий добывающих и нагнетательных скважин на основе детальных геологических моделей. Осуществление интерактивного создания траекторий скважин и боковых стволов с учётом заданной программы бурения. Возможность проведения антиколлизионного сканирования и оценки «конуса» бурения; создание боковых стволов; расчёта бурильной и обсадной колонн на допустимые механические нагрузки с учетом моментов, сил трения и нагрузок на смятие, и оптимизации положения кустовых площадок;
* Планирование скважин для индивидуальных и многозабойных скважин, проектов зарезки технических и геологических боковых стволов. Встроенные инструменты проверки на соответствие траектории заданным ограничениям в процессе редактирования;
* Возможность одновременного проектирования большого числа горизонтальных скважин в проекте. Инструменты генерации ЦО «со смещением» для создания регулярных систем разработки горизонтальными скважинами. Поддержка одновременного импорта большого числа целевых объектов из внешних файлов. Автоматизированное назначение ЦО скважинам (слотам платформ/кустовых площадок). Интерактивное перемещение платформы (кустовых площадок) в пространстве;
* Поддержка метрической, имперской систем мер и их комбинаций таких как Metric, m-m-ft, field, field US, SI;
* Возможности привязки данных к глобальной или локальной системам координат и/или создание собственной системы с возможностью пересчета данных в другую систему координат «на лету»;
* Визуализация, изменение, хранение и редактирование объектов проекта при двухмерной (карты, разрезы) и трёхмерной визуализации;
* Возможность мгновенного перехода в режим комбинированного просмотра нескольких окон визуализации, и возврата в исходный вид;
* Возможность быстрой активации режима синхронизации курсора и масштаба в неограниченном количестве окон визуализации;
* Перенос-осреднение данных со скважин на трёхмерные сетки с возможностью сдвижки и масштабирования скважинных кривых для коррекции несоответствия стратиграфических разбивок скважин и геометрии трёхмерной сетки;
* Набор утилит для арифметических и логических операций с двухмерными данными (обрезка, усечение, замещение);
* Набор функций для работы с трёхмерными сетками и их параметрами, включая трёхмерную интерполяцию и создание трехмерных трендовых параметров на основе 1D и 2D данных и их комбинации;
* Набор функций для выполнения сглаживания трехмерных дискретных параметров с возможностью увязки со скважинными и без;
* Набор функций и утилит для расчета параметров водонасыщенности по J-функциям;
* Автоматизированные инструменты для оценки геологических ресурсов по двухмерным и трехмерным геологическим моделям с выдачей результатов как в табличные объекты проекта, так и во внешние ASCII и Excel файлы;
* Наличие единого гибкого и простого синтаксиса в калькуляторах программного комплекса: для атрибутов по скважинам, для кривых ГИС и РИГИС, для одномерных и двухмерных объектов (поверхностей, точек, полигонов) и для трехмерных параметров;
* Встроенный интерпретируемый язык программирования для оперативного создания пользовательских скриптов (утилит);
* Статистический анализ данных с построением гистограмм и кросс-плотов, роза-диаграмм, геолого-статистических разрезов (ГСР);
* Возможность подготовки и оформления графических приложений (подсчётные планы, разрезы, схемы корреляции) путем комбинации разных типов окон визуализации на одной странице, с возможностью сохранения в векторном и растровых форматах;
* Возможности создания автоматизированных графов моделирования (Workflow) для построения и обновления моделей с включением в него всех операций, а также проведение многовариантных расчетов для целей анализа неопределенности и рисков на двухмерных и трехмерных моделях;
* Возможности для интерактивного создания, добавления, удаления, деактивации, модификации, настройки последовательности и объединения в графы моделирования (Workflow) неограниченного количество задач, скриптов и текстовых заметок, в любой момент времени работы с проектом и его данными;
* Возможность обновления структурных моделей с сохранением непрерывности на границе зоны обновления;
* Возможность локального обновления трёхмерных сеток, стохастических фациальных моделей и моделей пространственного распределения ФЕС в пределах заданной пользователем области с сохранением непрерывности на границе зоны обновления;
* Осуществление интерактивного создания и редактирования детального стратиграфического расчленения разреза в двумерной и трехмерной среде для неограниченного количества скважин и стратиграфических горизонтов проекта;
* Наличие функции поиска на созданных корреляционных схемах, с возможностью переключения на найденную скважину «на лету»;
* Поддержка дополнительных опорных геологических границ без привязки к основной стратиграфии проекта. Выравнивания корреляционных схем по неограниченному количеству стратиграфических границ;
* Поддержка разных типов глубин для визуализации корреляционных схем по скважинам (MD, TVD/TVD\_SS, Elevation, VSECT, TST, Simbox Depth), а также поддержкой временного масштаба (TWT);
* Обеспечение визуализации и изменения настроек просмотра на корреляционных схемах всех имеющихся в проекте скважинных данных: кривых ГИС и РИГИС, микросканеров, точечных данных керна, фотографий керна или его текстовых описаний с привязкой по глубине, результатов испытаний и опробований;
* Возможности визуализации на корреляционном профиле синтетических сейсмограмм, схемах сейсмических данных и 2D поверхностей во временном и глубинном масштабах;
* Возможности отображения корреляционных схем на картах и разрезах и совмещения с другими данными проекта (сейсмическими данными, 2D поверхностями, 3D сетками);
* Хранение и передачи неограниченного количества настроенных корреляционных схем в проекте, наличие шаблонов настроек для визуализации скважинных данных на корреляционных схемах;
* Возможность выполнять редактирование маркеров горизонтов и разломов, а также рассчитывать согласно стратиграфии проекта, значения атрибутов (общие вертикальные и стратиграфические толщины, эффективная толщина, средняя песчанистость, средняя пористость и т.д.);
* Возможность выполнять интерактивную редакцию, в окнах просмотра корреляционных схем, исходных и осреднённых скважинных данных на трехмерную сетку;
* Поддержка автоматизированного построения структурных карт, карт общих толщин и параметров с использованием алгоритмов интерполяции методами Kriging, cплайновыми методами, а также методами Mask method, Сходящейся средней (Сonverging average), триангуляции и другими;
* Возможность учета при картопостроении другой поверхности в качестве тренда, а также точек и полигонов для корректного учёта линий выклинивания и/или замещения;
* Наличие встроенных в расчетные алгоритмы утилит пост-процессинга для сглаживания, увязки со скважинными данными, дополнительными контрольными точками и/или пилларной моделью разломов;
* Возможности интерактивной редакции поверхностей, точек, изолиний, полигонов и поверхностей разломов в окнах просмотра;
* Иметь встроенные алгоритмы автоматизированного подсчёта ресурсов по двухмерным моделям с поддержкой многовариантных расчетов, учетом категорий запасов и границ лицензионных участков, а также наличием опции формирования таблиц подсчетных параметров во внешние файлы ASCII или Microsoft Excel с таблицей запасов;
* Наличие инструментов для выполнения глубинно-временных преобразований на основе скоростных моделей;
* Наличие встроенных инструментов для оцифровки и привязки импортированных в проект изображений и визуализации в режиме наложения на структурную основу;
* Создание структурных моделей: моделей разломов и наборов структурных поверхностей (моделей горизонтов) должно осуществляться как во временном, так и в глубинном масштабе;
* Возможности построения моделей разломов методом «пилларов» (Network fault modelling);
* Возможности для построения согласованного набора структурных поверхностей методом схождения с учетом всех имеющихся стратиграфических несогласий;
* Наличие функционала для увязки моделей разломов, построенных методом «пилларов» c набором структурных поверхностей (моделью горизонтов);
* Возможности построения структурных моделей методом «склеенных блоков» с возможностью корректной автоматической увязки модели разломов, модели толщин и модели горизонтов между собой;
* При создании моделей разломов необходим точный учёт сложных разломов и их сочетания: взбросов, разломов с малым углом падения, листрических разломов, λ- и Y- образных разломов;
* При создании набора структурных поверхностей (моделей горизонтов) необходим учет всех имеющихся входных данных: интерпретированных горизонтов, вертикальных и горизонтальных скважин, маркеров горизонтов (пластопересечения) и вскрытых скважиной разломов, карт толщин и линий эрозии, а также соляных куполов или вулканов;
* Модель горизонтов должна точно увязываться с имеющимися тектоническими несогласиями и моделируемыми условиями осадконакопления;
* Наличие возможностей для построения согласованного набора структурных поверхностей (модели горизонтов и модели толщин) в пределах каждого тектонического блока методом схождения с учетом всех имеющихся стратиграфических несогласий;
* Наличие инструментов систематизированного контроля качества для всех этапов создания структурных моделей и исходных данных с возможностями интерактивного редактирования элементов модели и исходных данных;
* Инструменты интерактивного редактирования «на лету» должны иметь возможности по коррекции усечения разломов, уточнению линий сочленения друг с другом и внесения ограничений в плоскости их распространения;
* Для модели горизонтов необходима возможность расчета углов падения и корректировки амплитуд и как для висячего, так и для лежачего крыла разлома;
* Инструменты определения регионов и учета межфлюидных контактов должны быть доступны для объектов структурной модели и последующим включением информации этой информации в 3D сетку;
* Структурная модель должна полностью поддерживать как временной, так и глубинный масштабы;
* Возможности генерации согласованных трехмерных сеток на основе структурной модели, полученной методом склеенных блоков;
* Возможность генерации согласованных трехмерных сеток, на основании модели разломов, рассчитанной методом «пилларов» (Network fault modelling) и набора структурных поверхностей;
* Генератор трёхмерных сеток должен учитывать сложные разломы и иметь возможность ступенчатого встраивания сбросов, взбросов и размывов, а также иметь возможность регуляризации ячеек;
* Возможность неравномерного разбиения существующей сетки по слоям с настройкой необходимых соотношений при помощи контрольных линий;
* Выполнение моделирования пространственных распределений фациальных типов пород терригенных и карбонатных отложений разного генезиса методом Sequential Indicator Simulation;
* Создание модели пространственного распределения ФЕС пород (пористость, проницаемость, связанная водонасыщенность) методами Kriging и Sequential Gaussian Simulation с возможностью корректного учёта большого числа скважин и их декластеризации;
* Поддержка одновременного моделирования нескольких петрофизических параметров в режиме ковариации (ко-симуляции);
* Возможность точного воспроизведения заданных пользователем долей пород каждого типа (фаций);
* Увязки моделируемого параметров фаций и ФЕС со скважинными данными;
* Наличие независимых настроек алгоритма в том числе долей фаций, трендов и вариограмм отдельно по подзонам трехмерной модели, по выбранным регионам трехмерной модели;
* Доли фаций должны задаваться посредством среднего значения доли, на основании геолого-статистических разрезов (ГСР), одномерных функций, карт песчанистости, трехмерных параметров и/или одновременного использования сразу нескольких трендов перечисленных типов;
* Возможность использования сейсмических атрибутов и параметров вероятности наличия фации в качестве трендовых данных;
* Возможность задания разных рангов вариограмм по латерали и вертикали, с учётом заданного направления и угла падения (Lateral, Normal, Vertical, Az, Dip);
* Возможность задания непостоянных значений рангов вариограмм и направления анизотропии при помощи карт и трехмерных параметров;
* Возможности по использованию результатов работы фациальных алгоритмов моделирования для создания многоуровневых фациальных моделей.

1. **Функциональные требования к инструментам гидродинамического моделирования:**

Программное обеспечение для гидродинамического моделирования должно обладать следующим функционалом:

* Возможность работы ПО на нескольких ОС (Windows, Linux);
* Паралеллизация расчетов на нескольких процессорах, расчет на кластере;
* Работа с большими, детализированными моделями и тысячами скважин;
* Пре- и постпроцессинг. Визуализация, графическая и текстовая редакция данных по скважинам, ГТМ, свойствам пластов, разломам, PVT свойствам флюидов, ОФП, карт разработки;
* Визуализация линий тока;
* Учет интерференции скважин, матрицы дренирования (таблица коэффициентов взаимовлияния добывающих и нагнетательных скважин);
* PVT моделирование. Настройка уравнения состояния Ван-дер-Ваальсового типа в PVT модуле на результаты лабораторных экспериментов, таких как: контактное разгазирование, дифференциальное разгазирование, стандартная и ступенчатая сепарация для создания адекватной PVT модели флюидов месторождения;
* Возможность создания секторных моделей;
* Моделирование разломов, несоседних соединений, выклиниваний, возможность управления выклиниваниями, возможность задания управления проводимостью разломов;
* Учет трещиноватости
* Учет геомеханических эффектов – зависимость изменения фильтрационно-емкостных параметров ФЕС от давления;
* Возможность создания различных моделей водоносных горизонтов (Картера-Трейси, Фетковича, постоянного потока);
* Моделирование эффектов закачки воды разной минерализации;
* Моделирование конусообразования;
* Моделирование горизонтальных, многозабойных, мультисегментных скважин, зарезки боковых стволов (БС) и горизональных боковых стволов (БГС), возможность редактирования положения траектории, интервалов перфорации, продуктивности БС и ГБС, автоматизированная работа с использованием скриптов на языке Python;
* Оптимизация положения БС и БГС при многовариантном моделировании с учетом заданных неопределенностей;
* Оценка рисков, подбор рентабельных вариантов разработки в условиях неопределенности геологических и гидродинамических параметров;
* Построение модели насыщения с использованием J-функции Леверетта;
* Моделирование ГРП;
* Учет возможности моделирования двухфазного притока (уравнение Вогеля);
* Возможность автоматизации процессов работы со скважинными данными, очередностью бурения, проведения ГТМ, работа со свойствами пластов с помощью скриптового языка Python;
* Выполнение логико-математических преобразований;
* Учет скорости обратного растворения выделившегося растворенного газа
* Моделирование трассерных исследований;
* Учет масштабирования ОФП и кривых капиллярного давления;
* Возможность моделирования гистерезиса ОФП и капиллярных давлений;
* Учет ограничений поверхностного оборудования, создание лифтовых таблиц (VFP таблиц);
* Возможность выгрузки результатов в формате сторонних ПО (Eclipse 100).

1. **Функциональные требования к инструменту для создания базы геолого-промысловых и других данных по месторождению, анализа данных и мониторинга разработки**

Программное обеспечение для создания базы геолого-промысловых и других данных по месторождению, анализа данных и мониторинга разработки должно обладать следующим функционалом:

* Мониторинг разработки на основе анализа всех доступных данных по месторождению для управления месторождением с использованием графиков технологических показателей и событий по скважинам, карт состояния разработки с кругами продуктивности или ретроспективными диаграммами;
* Предоставление доступа к систематизированным, актуальным и проверенным данным по месторождению для принятия и стратегических решений;
* Загрузка и хранение всех необходимых видов данных о месторождении в полноценной проектной базе данных: опционально для персонального использования (СУБД SQLite) или многопользовательского доступа (СУБД PostgreSQL, Oracle), выполнение автоматизированных оценок качества данных и процедур обработки данных, в том числе скриптов, созданных пользователем (Python);
* Совместное использование 3D моделей с геолого-промысловой информацией и бесшовное взаимодействие данных различных типов данных для расчёта задачи оптимизации разработки;
* Удаленная работа с 3D моделями и промысловыми данными, хранящимися на сервере (поддержка работы как в облаке, так и внутри корпоративной сети), с ноутбука или мобильных устройств с использованием протоколов безопасности;
* Упрощенные физические модели, в том числе модели линий тока и CRM, а также возможности их применения только на промысловых данных работы скважин в случае отсутствия трехмерных моделей для оперативных прогнозов разработки;
* Элементы машинного обучения;
* Построение карт запасов, изобар, эффективных нефтенасыщенных толщин, структурных поверхностей и других параметров по моделям и геолого-промысловым данным с возможностью выбора метода картопостроения: осреднение с учетом весовых коэффициентов или суммирование вдоль столбца ячеек, интерполяция Local B-Splines, Thinplate splines, Kriging, RBF, Polynomial trend с учетом контуров и контрольных точек;
* Подготовка графических и отчетных материалов, в том числе карты, геологические разрезы, схемы корреляции регламентные таблицы, характеристика фонда скважин, «шахматка» и другие стандартные и пользовательские отчеты;
* Создание шаблонов оформления карт/таблиц, возможность экспорта шаблонов;
* Подготовка специализированных данных для геологического, гидродинамического и интегрированного моделирования, в том числе с возможностью формирования проектов;
* Анализ разработки месторождения с использованием аналитических инструментов на основе промысловой информации для определения причин обводнения скважин (методика Chan), оценки свойств призабойной зоны пласта вблизи нагнетательных скважин (методика Hall), определения зоны закачки и отбора, расчета прогнозов добычи нефти, начальных и остаточных запасов и др.;
* Оптимизация системы ППД, в том числе учет конструкции скважины и качества призабойной зоны пласта, определение взаимовлияния скважин, расчет трассеров;
* Подбор скважин под ГТМ и выбор оптимальных видов ГТМ на основании совместного использования геолого-промысловой информации и 3D моделей месторождения;
* Расстановка проектного фонда вертикальных и горизонтальных скважин с использованием стандартных шаблонов сеток скважин или созданных пользователем, с последующим экспортом в симуляторы. Оценка входных дебитов скважин;
* Проведение горизонтального/бокового ствола в ручном режиме на основе загруженных трехмерных моделей с последующим экспортом в симуляторы;
* Оптимизация проектных траекторий БС, ЗБС с использованием автоматизированных алгоритмов и элементов машинного обучения;
* Оперативный анализ геологического строения месторождения и наличия гидродинамических связей между скважинами по данным исследований керна, ГИС, РИГИС, ПГИ, ГДИ, сейсмики и 3D параметров;
* Корреляция границ пластов и фаций с возможностью хранения и сравнения нескольких вариантов отбивок, в том числе в многопользовательском режиме.