

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.05.2025 11:04:07
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

21.03.01 НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле» входит в программу бакалавриата «Разработка нефтяных и газовых месторождений, транспортировка, хранение и переработка нефти и газа» по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» и изучается в 6, 7 семестрах 3, 4 курсов. Дисциплину реализует Кафедра недропользования и нефтегазового дела. Дисциплина состоит из 12 разделов и 21 тема и направлена на изучение интегрированных рабочих процессов для коллективной работы, объединяющих в единую технологическую цепочку геофизику, геологию и разработку месторождений, что позволит в дальнейшем проводить описание резервуаров в режиме реального времени; процесса создания исходных баз данных для построения 3D моделей (геологических и гидродинамических), что позволит проводить расчеты технологических показателей разработки месторождений нефти и газа; основных механизмов процессов, происходящих в пласте при применении методов увеличения нефтеотдачи; способов моделирования технологий интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов; способов моделирования трещинных коллекторов. А также овладение использованием: - модулем Facies Modeling, предназначенного для распределения дискретных (фациальных) свойств в 3D модели, чтобы решать как простые, так и сложные сценарии моделирования – например, использование сейсмических атрибутов для предсказания вероятностей фаций или моделирования на основе концептуальной модели; - модулем Petrophysical Modeling, предназначенного для моделирования петрофизических свойств с учетом распределения скважинных данных, что является эффективным инструментом для построения свойств пористости, песчаности, проницаемости и насыщенности, чтобы использовать калькулятор свойств, опции фильтрации и математические функции; - модулем Data Analysis, который позволяет производить интерактивный анализ данных, выявлять распределения и тренды, а также взаимозависимости между различными типами данных. Представление данных в виде гистограмм, функций, кросс-плотов, круговых диаграмм помогает объективному анализу каротажных, сейсмических данных и распространенных свойств. □ Применение полученных знаний для выработки предложений по повышению эффективности нефтеизвлечения на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами; обоснования вариантов разработки месторождений и расчета технологических показателей разработки. □ Овладение современными программными комплексами для построения трехмерных моделей; методами оценки технологических показателей разработки с использованием современных программных комплексов; средствами анализа полученных решений в области проектирования разработки месторождений углеводородов.

Целью освоения дисциплины является освоение студентами теоретических основ и получение практических навыков построения геологических и гидродинамических моделей залежей нефти и газа, расчета технологических показателей разработки нефтяных месторождений на базе современного программного обеспечения.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-12	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать,	УК-12.1 Знает технологии сбора, обработки, анализа и интерпретации информации в цифровых средах; права и обязанности, регулирующие отношения между людьми,

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	социальными общностями, организациями; УК-12.2 Умеет оценить риски и угрозы связанные с использованием информационных и коммуникационных технологий в своей профессиональной деятельности, умеет их нивелировать доступными средствами; применять и адаптировать известные методы и технологии работы с информацией к новым задачам, обусловленным меняющимися социально-экономическими условиями; находить и анализировать актуальную правовую и экономическую информацию, достаточную для принятия обоснованных решений; применять правовые знания при анализе конфликтных ситуаций; УК-12.3 Владеет информационными технологиями коммуникации, поиска, обработки и хранения информации; навыками недопущения негативных правовых и экономических последствий собственных действий или бездействий;
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-8.1 Знает технологии сбора, обработки, анализа и интерпретации информации в цифровых средах (в области нефтегазового дела); ОПК-8.2 Умеет применять известные методы моделирования объектов профессиональной деятельности и адаптировать технологии работы с информацией к новым задачам; ОПК-8.3 Владеет цифровыми технологиями и методами при поиске, обработке и хранении информации (в области нефтегазового дела);
ПК-15	Способен участвовать в исследовании технологических процессов, совершенствовании технологического оборудования и реконструкции производства, сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	ПК-15.1 Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли; ПК-15.2 Умеет планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы; ПК-15.3 Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчета неаналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, сертификацию технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-12	Способен искать нужные источники информации и	Цифровая грамотность; <i>Технологии и практика</i>	

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	<i>программирования на языке Python для технических специальностей**;</i> <i>Управление проектами в ИТ-сфере**;</i> <i>Графический дизайнер**;</i> Искусственный интеллект в профессиональной деятельности;	
ОПК-8	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Цифровая грамотность;	
ПК-15	Способен участвовать в исследовании технологических процессов, совершенствовании технологического оборудования и реконструкции производства, сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов	Машины и оборудование нефтегазового комплекса; Бурение нефтяных и газовых скважин;	Управление технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле» составляет «6» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			6	7
Контактная работа, ак.ч.	88		34	54
Лекции (ЛК)	18		0	18
Лабораторные работы (ЛР)	34		34	0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		0	36
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	101		38	63
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		0	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	72	144
	зач.ед.	6	2	4

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле» составляет «6» зачетных единиц.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очно-заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			7	8
Контактная работа, ак.ч.	72		36	36
Лекции (ЛК)	36		18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36		18	18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	99		54	45
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	45		18	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	216	108	108
	зач.ед.	6	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Основные принципы и этапы моделирования разработки нефтяных месторождений	1.1	Введение. Краткий исторический экскурс. Основные современные ПК, применяемые для построения постоянно-действующих геологических моделей.	ЛР
		1.2	Цель геологического моделирования. Основные представления о современных трехмерных цифровых (3D) геологических моделях.	ЛР
		1.3	Использование геостатистики для включения в геологическую модель. История вопроса. Понятие детерминированной и геостатистической модели. Понятие «реализация».	ЛР
		1.4	Этапность моделирования. Геофизические исследования при моделировании. Применение сейсмо – геологического моделирования при поисках и разведки месторождений нефти и газа.	ЛР
		1.5	Информативность сейсмических исследований. Выделение опорных горизонтов и структурно-тектонических особенностей строения залежей по результатам сейсмических исследований. Акустический импеданс (принципы и методы применения для построения моделей). Анализ данных Акустического Импеданса. Использование карт средних значений атрибута FF, построение карт RMS, карт максимальных значений атрибута Product для литологических построений. Применение AVO анализа для выделения фаций (общие сведения).	ЛР
Раздел 2	Определение геологической модели. Иерархия геологических моделей. Информационная база данных (ИБД). Использование локальной базы данных (ЛБД). Задачи. Выводы	2.1	Основные особенности: 1 иерархический уровень. Построение региональных моделей (особенности, задачи, основная база данных для построения, выводы). 2 иерархический уровень. Построение поисковых моделей (особенности, задачи, основная база данных для построения, выводы). 3 иерархический уровень. Построение геологических (детальных геологических) моделей (особенности, задачи, основная база данных для построения, выводы). 4 иерархический уровень. Построение постоянно-действующих геолого-технологических моделей (ПДГТМ) (особенности, задачи, основная база данных для построения, выводы).	ЛР
		2.2	Этапы построения геологических моделей. Особенности поведения. Исходная база данных. Методология. Краткие сведения о применяемо аппаратуре при ГИС.	ЛР
		2.3	Первый этап. Построение каркаса детальной геологической модели. Использование 2Д и 3Д сеймики. Результаты детальной корреляции ГИС. Построение стратиграфической поверхности с учетом рельефа опорного отражающего горизонта и выделения тектонических нарушений. Каркас-геометрическая модель.	ЛР
		2.4	Второй этап. Интерполяция скважинных данных о свойствах резервуара в межскважинном	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			пространстве.	
Раздел 3	Виды компьютерных моделей. Выбор размерности моделей в зависимости от поставленных задач. Оперативная модель. Виртуальная геологическая модель	3.1	Основные понятия и методология построения нульмерных, одномерных, двухмерных и трехмерных моделей. Формирование базы данных, основные особенности. Применение сеток координат. Область применения оперативной модели- анализ разработки, подбор объектов для проведения геолого-технологических мероприятий (ГТМ). Отправная точка виртуальной геологической модели – ИБД и исходные данные проектных документов.	ЛР
Раздел 4	Основные понятия «среднее значение», «дисперсия», «случайная переменная» при использовании цифровых технологий при разработке нефтегазовых месторождений. Стационарное и нестационарное поведение случайной переменной	4.1	Образы (стохастические реализации) и их привязка к имеющимся точечным данным. Понятие «среднего значения», «дисперсии». Зависимость дисперсии от локального осреднения. Стационарное и нестационарное поведение случайной переменной. Понятие «детерминированный тренд». Стационарное и нестационарное поведение переменной в случае 2D. Выделение тренда в 2D. Критерий стационарности. Гауссовский и негауссовский вид гистограммы. Анализ Гистограмм.	ЛР
Раздел 5	Основные понятия «Ковариация» и «Вариограмма» при использовании цифровых технологий при разработке нефтегазовых месторождений	5.1	«Ковариация» в геостатистике. Знание ковариации для предсказания поведения случайной переменной (пористости, проницаемости, насыщенности). Ковариация случайной переменной $Z(x)$. Вариограмма. Связь ковариации с вариограммой. Расчет экспериментальной вариограммы и использование моделей для ее аппроксимации. Сравнение образов случайных переменных, соответствующих разным моделям вариограмм.	ЛР
Раздел 6	Расчет экспериментальной вариограммы. Модели вариограмм	6.1	Экспериментальная вариограмма - отличие от гладкой кривой. Аппроксимация экспериментальной вариограммы гладкой кривой. Аппроксимация экспериментальной вариограммы модельной кривой. Модельные кривые: Гауссовская модель, экспоненциальная модель, сферическая модель, кубическая модель. Параметры вариограммы: радиус, порог, эффект самородков, поведение вблизи нуля. Анизотропия вариограммы. Вариограмма в пространстве 3D. Априорная модель случайной переменной.	ЛР
Раздел 7	Суть геостатистики при использовании цифровых технологий при разработке нефтегазовых месторождений	7.1	Построение бесконечного числа реализаций, которые (первое) соответствуют экспериментальной вариограмме и (второе) воспроизводят значения в имеющихся точках данных. Построение Гауссовской вариограммы с радиусом 1500 м. (Набор реализаций случайной переменной $Z(x)$, отвечающих известным значениям в 20 точках) для получения точности прогноза в области построений. Установление области, где реализации отличаются друг от друга незначительно (точный прогноз). Применение множества реализаций для понимания локальности залежей, реализаций куба пористости для установления однотипных	ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			связанных пропластков, реализаций для оценки неопределенности подсчета запасов.	
Раздел 8	Кригинг. Связь кригинга со стохастическими реализациями случайной переменной.	8.1	Кригинг как детерминированная интерполяция (дающая единственное решение) точечных данных, основанная на использовании вариограммы. Система уравнений кригинга. Разновидности кригинга (простой, обыкновенный и универсальный кригинг). Стандартное отклонение кригинга. Возможности кригинга в части фильтрации ошибок. Возможности кригинга в части учета, наряду с основными точечными данными, дополнительных пространственных данных – карт и кубов свойств. Учет дополнительных пространственных данных тремя способами: первый – как тренд, второй – как дрейф, третий – посредством использования их ковариации с данными скважин.	ЛК, СЗ
Раздел 9	Кокригинг ошибок и факторный кригинг. Кригинг как рабочий процесс. О корректном применении кригинга. Метод последовательного гауссовского стохастического моделирования (ПГСМ)	9.1	Алгоритм ПГСМ. Последовательный обход ячеек сетки по случайной траектории. Расчет реализации методом ПГСМ. Кригинг и стохастические реализации в пространстве 2D. Методика анализа качества интерполяции. Переход от кригинга к стохастическим реализациям. Знание для алгоритма расчета реализаций – последовательное гауссовское стохастическое моделирование.	ЛК, СЗ
Раздел 10	Исходные данные примера в пространстве 3D. Детерминированная интерполяция в пространстве 3D	10.1	Размещение скважин на площади, каротажные кривые APS и результат их «весовой» интерполяции в объеме среды. Кригинг и стохастические реализации в пространстве 3D. Стохастическая интерполяция скважинных значений APS. Последовательное индикаторное стохастическое моделирование (ПИСМ) (Последовательный обход узлов сетки по случайной траектории). Алгоритм разделения среды на категории пород при помощи индикаторного стохастического моделирования.	ЛК, СЗ
		10.2	Расчет реализаций параметра с разделением на категории. Алгоритм разделения среды на категории пород посредством формального преобразования данных «Normal Score».	ЛК, СЗ
Раздел 11	Методы оценки эффективности геолого-технических мероприятий (ГТМ) на базе эмпирических моделей. Анализ условий применения ГТМ на базе суперэлементарной модели	11.1	Состояние вопроса по оценке эффективности мероприятий. Формирование классификатора геолого-технических мероприятий. Основные понятия при определении эффективности ГТМ.	ЛК, СЗ
		11.2	Расчет базового варианта по эмпирической модели. Общие требования к оценке эффективности ГТМ. Расчет технологической эффективности по видам ГТМ. Прогнозирование эффективности гидроразрыва пласта. Моделирование горизонтальных скважин и боковых стволов.	ЛК, СЗ
Раздел 12	Применение суперэлементарной модели для анализа разработки месторождения. Анализ	12.1	Основные положения построения и эксплуатации трехмерных моделей. Дифференциация запасов нефти не вовлеченных в разработку. Прогнозирование бурения боковых стволов с горизонтальным	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
	выработки запасов нефти на основе трехмерных моделей		окончанием. Прогнозирование циклического заводнения.	

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 24 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Класс виртуальной реальности по управлению процессами добычи нефти и газа
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Слабнов, В.Д. Математическое моделирование технологии регулирования процесса извлечения нефти из неоднородных пластов [Электронный ресурс] : монография / В.Д. Слабнов. — Электрон. дан. — Казань : КФУ, 2014. — 188 с.

2. Васильев, В.А. Управление разработкой интеллектуальных месторождений : учебное пособие / В.А. Васильев, Т.А. Гунькина, М.Д. Полтавская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 94 с.

Дополнительная литература:

1. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование : учебное пособие / Н.Н. Данилов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 98 с.

2. Иванова И.А., Иванов Е.Н. Решение задач разработки нефтяных месторождений с применением программных комплексов Eclipse и Petrel: Учебное пособие / - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 75 с.

3. Кучумов, Р.Р. Программно-информационное обеспечение расчетов показателей разработки нефтегазовых месторождений с горизонтальными скважинами [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Р. Кучумов, Р.Я. Кучумов. — Электрон. дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. — 252 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Цифровое моделирование в нефтегазовом деле».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Тюкавкина Ольга
Валерьевна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность БУП

Подпись

Котельников Александр
Евгеньевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Тюкавкина Ольга
Валерьевна

Фамилия И.О.