

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИНПР

Н.В. Гусева

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Анализ гидродинамического потока при моделировании нефтяных и газовых месторождений</b>
--

Направление подготовки/ специальность	<b>21.04.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»</b>		
Специализация	<b>«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»</b>		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	<b>2</b>	семестр	<b>3</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>6</b>		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	<b>8</b>	
	Практические занятия	<b>56</b>	
	Лабораторные занятия	<b>-</b>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>	
Самостоятельная работа, ч		<b>152</b>	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		<b>курсовой проект</b>	
<b>ИТОГО, ч</b>		<b>216</b>	

Вид промежуточной аттестации	<b>экзамен, диф. зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОНД</b>
И. о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОНД Руководитель ООП Преподаватель			<b>И.А. Мельник</b>
			<b>П.Н. Зятиков</b>
			<b>И.В. Матвеев</b>

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Анализ гидродинамического потока при моделировании нефтяных и газовых месторождений» является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-2	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами добычи углеводородного сырья	И.ПК(У)-2.1	Руководит организационно-техническим сопровождением работ по восстановлению работоспособности нефтегазопромыслового оборудования при эксплуатации объектов добычи нефти и газа	ПК(У)-2.1B1	Владеет опытом контроля соблюдения технологии и анализом показателей технологических режимов работы оборудования по добыче углеводородного сырья
				ПК(У)-2.1У1	Умеет согласовывать технические вопросы, связанные с эксплуатацией, ремонтом и доработкой оборудования, огневые и газоопасные работы на технологических объектах добычи углеводородного сырья
				ПК(У)-2.131	Знает назначение, устройство и принципы работы оборудования; технические регламенты по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем, перечень огневых и газоопасных работ
ПК(У)-6	Способен применять полученные знания для разработки и реализации проектов и научно-исследовательских работ различных процессов производственной деятельности на основе методики проектирования в нефтегазовой отрасли, а также инструктивно-нормативных документов	И.ПК(У)-6.1	Разрабатывает текущее и перспективные планы и программы научно-исследовательских работ по эффективному проведению геолого-промысловых работ и добыче углеводородного сырья на основе методик и требований проектирования в нефтегазовой отрасли, а также инструктивно-нормативных документов	ПК(У)-6.1B1	Владеет навыками разработки и реализации планов и программ, направленных на сокращение затрат при эксплуатации объектов и повышение эффективности, надежности работы оборудования по добыче углеводородного сырья, в том числе с применением энергосберегающих технологий
				ПК(У)-6.1У1	Умеет планировать проведение работ по автоматизации процессов добычи углеводородного сырья, разрабатывать предложения и принимать меры, направленные на повышение качества исследований в геолого-промысловой области
				ПК(У)-6.131	Знает особенности проведения исследований, правила разработки, составления и оформления документации, регламенты, положения, инструкции и стандарты в области промысловой геологии, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
ПК(У)-7	Способен применять современные программные комплексы для научно-исследовательских работ и	И.ПК(У)-7.1	Разрабатывает плановую, проектную, научно-исследовательскую и методическую	ПК(У)-7.1B1	Владеет навыками разработки технических заданий на ведение работ в современных программных комплексах,

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	проектирования технических устройств, аппаратов и механизмов, технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности		документацию для геолого-промысловых работ и работ по добыче углеводородного сырья с применением современных программных комплексов для проектирования технологических процессов, перевооружений, технических устройств, аппаратов и механизмов в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений		мероприятий по организации геолого-промысловых исследований и опытно-промышленных работ в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
				ПК(У)-7.1У1	Умеет анализировать и выбирать: наиболее перспективные направления исследований; оптимальные решения при наличии различных требований; рационализаторские предложения, направленные на повышение надежности и эффективности в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
				ПК(У)-7.131	Знает научно-технические достижения и передовой отечественный опыт, отраслевые стандарты рационализаторской и изобретательной деятельности, энергосберегающие технологии в работе оборудования в процессах разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Планировать и решать инновационные задачи инженерного анализа, направленные на создание и совершенствование технологий с использованием системного подхода и моделирования объектов и процессов в нефтегазовом деле	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Быстро ориентироваться и выбирать оптимальные решения в многофакторных ситуациях, владеть методами и средствами математического моделирования технологических процессов и объектов	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-6.1
РД 3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	И.ПК(У)-7.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Раздел 1.</b> Цели и задачи геологического и фильтрационного моделирования. Использование цифровых моделей при проектировании нефтяных и газовых месторождений. Программные комплексы для подготовки исходных данных и фильтрационного моделирования нефтяных и газовых месторождений.	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 2.</b> Анализ и обработка исходных данных. Структурное моделирование. Межскважинная корреляция. Распределение свойств. Распределение фаций. Распределение песчанистости, пористости, проницаемости. Распределение насыщенности. Подсчет запасов углеводородов с применением программного продукта Petrel.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	20
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	36
<b>Раздел 3.</b> Взаимосвязь геологической и гидродинамической модели. Ремасштабирование модели. Выбор типа модели. Первичная подготовка исходных данных для фильтрационного моделирования. Контроль исходных данных. Простейшая модель материального баланса.	РД1 РД2	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	48
<b>Раздел 4.</b> Создание цифровых моделей месторождений углеводородов с применением современных симуляторов (Eclipse, TNavigator). Детальная подготовка исходных данных для фильтрационного моделирования. Структура входного файла данных. Инициализация и расчет гидродинамической модели. Расчет прогнозных вариантов разработки. Импорт результатов гидродинамического моделирования в Petrel. Визуализация статических и динамических данных по моделям месторождений в постпроцессорах. Анализ результатов расчетов и применение линий тока для адаптации гидродинамических моделей.	РД1 РД2	Лекции	-
		Практические занятия	26
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	48

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Цели и задачи геологического и фильтрационного моделирования. Использование цифровых моделей при проектировании нефтяных и газовых месторождений. Программные комплексы для подготовки исходных данных и фильтрационного моделирования нефтяных и газовых месторождений.**

Понимание геологического и гидродинамического моделирования как одного из основных инструментов при планировании и оптимизации разработки месторождений нефти и газа. Обзор современного ПО для геологического и гидродинамического моделирования

**Темы лекций:**

- 1 Цели и задачи освоения дисциплины «Гидродинамическое моделирование нефтяных и газовых месторождений»
- 2 Основные программные комплексы, используемые для геологического и гидродинамического моделирования

**Раздел 2. Анализ и обработка исходных данных. Структурное моделирование. Межскважинная корреляция. Распределение свойств. Распределение фаций. Распределение песчанистости, пористости, проницаемости. Распределение насыщенности. Подсчет запасов углеводородов с применением программного продукта Petrel.**

Понятие концептуальной модели, вопросы, возникающие при межскважинной корреляции. Распределение свойств в геологической модели на основе информации по скважинам с использованием геостатистики. Анализ неопределенностей при построении геологической модели.

**Темы лекций:**

- 3 Подготовка и анализ необходимых данных для построения геологической модели

**Темы практических занятий:**

- 1 Структурное моделирование. Выбор сетки для построения модели
- 2 Межскважинная корреляция.
- 3 Масштабирование каротажных кривых на сетку.
- 4 Основы расчета вариограмм
- 5 Распределение свойств (песчанистости, пористости, проницаемости).
- 6 Распределение свойств (песчанистости, пористости, проницаемости).
- 7 Расчет J-функции
- 8 Расчет J-функции
- 9 Распределение насыщенности.
- 10 Подсчет запасов геологической модели

**Раздел 3. Взаимосвязь геологической и гидродинамической модели. Ремасштабирование модели. Выбор типа модели. Первичная подготовка**

**исходных данных для фильтрационного моделирования. Контроль исходных данных. Простейшая модель материального баланса.**

Переход от геологической к гидродинамической модели, необходимые для него данные. Простейшая гидродинамическая модель материального баланса, цели ее построения.

**Темы лекций:**

- 4 Необходимые данные для построения гидродинамической модели.

**Темы практических занятий:**

- 11 Понятие апскелинга. Ремасштабирование геологической модели.
- 12 ОФП. Понятие двухфазного апскелинга.
- 13 Подготовка данных по PVT-свойствам флюидов.
- 14 Понятие материального баланса
- 15 Подсчет запасов на основе модели материального баланса

**Раздел 4. Создание цифровых моделей месторождений углеводородов с применением современных симуляторов (Eclipse). Детальная подготовка исходных данных для фильтрационного моделирования. Структура входного файла данных. Инициализация и расчет гидродинамической модели. Расчет прогнозных вариантов разработки. Импорт результатов гидродинамического моделирования в Petrel. Визуализация статических и динамических данных по моделям месторождений в постпроцессорах. Анализ результатов расчетов и применение линий тока для адаптации гидродинамических моделей.**

Сборка гидродинамической модели, ее адаптация на исторические данные по работе скважин. Проектирование дальнейшей разработки месторождения с использованием адаптированной гидродинамической модели.

**Темы практических занятий:**

- 16 Фильтрационное моделирование с использованием реальных геологических структур и петрофизических свойств.
- 17 Фильтрационное моделирование с использованием реальных геологических структур и петрофизических свойств.
- 18 Структура файла исходных данных для ECLIPSE и TNavigator.
- 19 Задание секции RUNSPEC. Выбор геометрии модели.
- 20 Описание секции свойств флюидов Props
- 21 Задание регионов в модели, начальных условий. Задание выходных данных
- 22 Секция выходных данных и техрежимов скважин. Моделирование наклонно-направленных, горизонтальных, многозабойных скважин в Eclipse
- 23 Управление режимами работы скважин и ГТМ.
- 24 Адаптация гидродинамической модели.
- 25 Адаптация гидродинамической модели.
- 26 Адаптация гидродинамической модели.

- 27 Расчет прогнозных вариантов с помощью адаптированной фильтрационной модели
- 28 Расчет прогнозных вариантов с помощью адаптированной фильтрационной модели

#### **Тематика курсовых проектов:**

1. Создание синтетической гидродинамической модели. Расчет прогнозных сценариев разработки.

Разные исходные данные – по количеству студентов в группе.

Варианты разработки типовые, определяются преподавателем при выдаче задания.

2. Виды целевой функции и ее влияние на процесс автоматической адаптации

3. Оптимизационные алгоритмы, описание работы и применение при адаптации ГДМ

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- подготовка к практическим занятиям
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Баранов, Виталий Евгеньевич. Прикладное моделирование пласта: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Е. Баранов, С. Х. Куреленков, Л. В. Воробьева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра проектирования объектов нефтегазового комплекса (ПОНК). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m090.pdf>

2. Галкин, Владислав Михайлович. Численная гидродинамическая модель пласта: практикум [Электронный ресурс] / В. М. Галкин; Томский политехнический университет (ТПУ), Учебный центр физического моделирования разработки нефтяных и газовых месторождений. — 1 компьютерный файл (pdf; 603 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Прил.: программа на языке VBA для Excel 2003. — Свободный доступ из сети Интернет. — Системные требования: Adobe Reader..

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2010/m01.pdf> (контент)

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2008/oil01.xls> (контент)

#### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>

Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>  
 Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>  
 Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>  
 Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>  
 Журнал «Нефтяное хозяйство» – [www.oil-industry.ru](http://www.oil-industry.ru)  
 Журнал «Нефтегазовое дело» – <http://www.ngdelo.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Document Foundation LibreOffice;
2. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
3. Schlumberger Eclipse 2019 Academic Floating;
4. Schlumberger Petrel 2019 Academic Floating;
5. Cisco Webex Meetings;

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 337.	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 314.	Комплект учебной мебели на 51 посадочных мест; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 338.	Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; Тумба подкатная - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 19 шт.



Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.04.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент, к.ф-м.н.		И.В. Матвеев

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела  
(протокол от «26» июня 2020 г. №25).

И. о. заведующего кафедрой-руководителя отделения  
на правах кафедры ОНД д.г-м.н, профессор

  
подпись

/И.А. Мельник/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОНД (протокол)