

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 24.04.2024 16:06:41  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Цифровое технологическое моделирование

направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

направленность (профиль): Цифровой инжиниринг газовых месторождений

форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании базовой кафедры ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: создание цифровых технологических моделей скважин, систем сбора и подготовки УВС к транспорту с целью учета изменения параметров добываемой продукции скважин, систем сбора и подготовки УВС при проектировании и сопровождении разработки месторождений УВС, а также определение возможных режимов работы существующего оборудования при изменении объемов, составов и термобарических характеристик сырья.

Задачи освоения дисциплины: научиться производить:

- расчет изменения термобарических параметров и характера течения потока от забоя до устья скважины;
- определять режим работы скважины;
- расчет изменения термобарических параметров и характера течения потока по системе сбора от устья скважины до точки подключения к магистральному трубопроводу при проектировании и сопровождении процессов разработки месторождений;
- определение режима работы сборного коллектора, включая скорость накопления жидкости и режим течения жидкости в коллекторе;
- расчет расхода ингибиторов для эксплуатации системы сбора (например, коррозии, гидратообразования);
- расчет изменения термобарических параметров по системе подготовки УВС;
- расчет выходов, составов и основных показателей качества продукции промышленной подготовки с учетом применяющейся на промысле или предлагаемой к применению технологии (например, адсорбция, абсорбция, низкотемпературная сепарация, емкостная стабилизация или стабилизация с применением ректификационных колонн);
- расчет величины технологических и определение максимально возможных рентабельных коэффициентов извлечения различных видов УВС в соответствии с ГОСТ Р 56676.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Цифровое технологическое моделирование относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знание:

- минимально необходимого давления в точке подключения;
- температуру в точке подключения;
- расход продукта;
- требования по минимально необходимому или максимально возможному содержанию компонентов.

Умение:

- работать с исходными данными;
- провести оценку текущего состояния и эффективности системы сбора и подготовки добываемого сырья на разрабатываемых месторождениях.

Владение:

- навыками создания и настройки модели флюида.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
1	2	3
<p>ПКС-4 Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов (проектный)</p>	<p>ПКС-4.3 Построение и научно-техническое сопровождение технологических моделей</p>	<p>(З1) Знать этапы построения технологических моделей; этапы адаптации технологических моделей; методы узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья</p>
		<p>(У1) Уметь построить модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>
		<p>(В1) Владеть навыками построения технологических моделей</p>

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль	Форма промежуточной аттестации
		Лекции и	Практические занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
очная	2/3	30	16	-	26	36	экзамен

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины. очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	Раздел 1	Общие сведения о построении технологических моделей	5	2	-	5	12	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
2	Раздел 2	Исходные данные для создания цифровых технологических моделей	5	3	-	6	14	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
3	Раздел 3	Этапы построения технологических моделей	4	3	-	5	12	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
4	Раздел 4	Этапы адаптации технологических моделей	6	5	-	6	17	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
5	Раздел 5	Оценка качества технологических моделей	10	3	-	4	17	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
6	Экзамен		-	-	-	-	-	ПКС-4.3	Вопросы для письменного опроса
Итого:			30	16	0	26	72		0

- заочная форма обучения (ЗФО) не реализуется.
- очно-заочная форма обучения (ОЗФО) не реализуется.

### 5.2. Содержание дисциплины.

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. «Общие сведения о построении технологических моделей». Цель и задачи, решаемые с применением технологических моделей скважин, систем сбора и подготовки углеводородного сырья. Требования к моделям скважины, системы сбора и промышленной подготовки углеводородов. Этапы работы с технологическими моделями скважин, систем сбора и промышленной подготовки углеводородов.

Раздел 2. «Исходные данные для создания цифровых технологических моделей». Классификация исходных данных в зависимости от решаемых задач и этапа жизненного цикла месторождения. Минимальный, достаточный и максимальный наборы исходных данных для создания моделей ПФ, ДФ, скважин, систем сбора и установок подготовки. Требования к полноте, точности и совместимости исходных данных.

Раздел 3. «Этапы построения технологических моделей». Построение и настройка модели флюида. Построение моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.

Раздел 4. «Этапы адаптации технологических моделей». Принципы адаптации технологических моделей. Адаптация модели установки промышленной подготовки в условиях неопределенности исходной информации о текущем составе и свойствах продукции скважин. Актуализация моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.

Раздел 5. «Оценка качества технологических моделей». Анализ применимости к решению поставленных задач. Критерии оценки качества и их количественные характеристики в зависимости от типа ТМ. Детальность моделирования и степень точности расчета.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Цель и задачи, решаемые с применением технологических моделей скважин, систем сбора и подготовки углеводородного сырья.
2	1	1	-	-	Требования к моделям скважины, системы сбора и промышленной подготовки углеводородов.
3	1	2	-	-	Этапы работы с технологическими моделями скважин, систем сбора и промышленной подготовки углеводородов.
4	2	1	-	-	Классификация исходных данных в зависимости от решаемых задач и этапа жизненного цикла месторождения.
5	2	2	-	-	Минимальный, достаточный и максимальный наборы исходных данных для создания моделей ПФ, ДФ, скважин, систем сбора и установок подготовки.
6	2	2	-	-	Требования к полноте, точности и совместимости исходных данных.
7	3	1	-	-	Построение и настройка модели флюида.
8	3	3	-	-	Построение моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.
9	4	2	-	-	Принципы адаптации технологических моделей.
10	4	3	-	-	Адаптация модели установки промышленной подготовки в условиях неопределенности исходной информации о текущем составе и свойствах продукции скважин.
11	4	1	-	-	Актуализация моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.
12	5	4	-	-	Анализ применимости к решению поставленных задач.
13	5	3	-	-	Критерии оценки качества и их количественные характеристики в зависимости от типа ТМ.
14	5	3	-	-	Детальность моделирования и степень точности расчета.
Итого:		30	-	-	

#### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	-	-	Требования к моделям скважины, системы сбора и промышленной подготовки углеводородов. Этапы работы с технологическими моделями скважин, систем сбора и промышленной подготовки углеводородов.
2	2	3	-	-	Классификация исходных данных в зависимости от решаемых задач и этапа жизненного цикла месторождения. Минимальный, достаточный и максимальный наборы исходных данных для создания моделей ПФ, ДФ, скважин, систем сбора и установок подготовки. Требования к полноте, точности и совместимости исходных данных.
3	3	1	-	-	Построение и настройка модели флюида.
4	3	2	-	-	Построение моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.
5	4	3	-	-	Принципы адаптации технологических моделей. Адаптация модели установки промышленной подготовки в условиях неопределенности исходной информации о текущем составе и свойствах продукции скважин.
6	4	2	-	-	Актуализация моделей скважин, систем сбора, промышленной подготовки.

7	5	1	-	-	Анализ применимости к решению поставленных задач.
8	5	1	-	-	Критерии оценки качества и их количественные характеристики в зависимости от типа ТМ.
9	5	1	-	-	Детальность моделирования и степень точности расчета.
Итого:		16	-	-	

### Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	5	-	-	Общие сведения о построении технологических моделей	Изучение материала
2	2	6	-	-	Исходные данные для создания цифровых технологических моделей	Изучение материала
3	3	5	-	-	Этапы построения технологических моделей	Изучение материала
4	4	6	-	-	Этапы адаптации технологических моделей	Изучение материала
5	5	4	-	-	Оценка качества технологических моделей	Изучение материала
Итого:		26	X	-	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint;
- работа в малых группах (практические и лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (практические и лабораторные занятия).

### 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

### 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

### 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблицах 8.2.1. и 8.2.2.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	2	3
1 текущая аттестация		
1.1	Вопросы для письменного опроса	0-30
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
2.1	Вопросы для письменного опроса	0-30
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
3.1	Вопросы для письменного опроса	0-40
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент».

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства.

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Power Point
3. Windows.
4. tNavigator

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

## Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Цифровое технологическое моделрование	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютеры, проекторы, оборудование для онлайн-лекций (веб-камера)	625000, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70
		Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Компьютеры, проекторы, оборудование для онлайн-лекций (веб-камера). ПО «tNavigator». Либо другое ПО с аналогичным функционалом.	625000, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70

### 11. Методические указания по организации СРС

#### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В процессе подготовки к занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно.

#### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в самостоятельном изучении литературы и подготовке к практическим занятиям. Преподаватель на занятии дает рекомендации, необходимые для освоения материала. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся по направлениям магистратуры, всех форм обучения / сост. М.Л. Белоножко, С.С. Ситёва; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2019 – 16 с.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина: Цифровое технологическое моделирование

Код, направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Цифровой инжиниринг газовых месторождений

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
ПКС-4 Способен использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования технологических процессов и объектов (проектный)	ПКС-4.3 Построение и научно-техническое сопровождение технологических моделей	(31) Знать этапы построения технологических моделей; этапы адаптации технологических моделей; методы узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья	Не знает этапы построения технологических моделей; этапы адаптации технологических моделей; методы узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья	Знает недостаточно этапы построения технологических моделей; этапы адаптации технологических моделей; методы узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методы проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья	Знает информацию об этапах построения технологических моделей; этапах адаптации технологических моделей; методах узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методах проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья	Знает достаточно информацию об этапах построения технологических моделей; этапах адаптации технологических моделей; методах узлового анализа и анализа кривой падения добычи углеводородного сырья; методах проведения технических расчетов и определения эффективности эксплуатации оборудования по добыче углеводородного сырья
		(У1) Уметь построить	Не умеет построить	Умеет в меньшей	Умеет построить	Умеет быстро

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
		<p>модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>	<p>модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>	<p>степени построить модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>	<p>модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>	<p>построить модель – выполнить подготовку исходных данных и задание параметров узлов и элементов моделей; адаптировать модель – выполнить настройку моделей на соответствие фактическим данным; оценивать качество моделей – выполнить сравнение результатов расчета с фактическими данными; анализировать результаты</p>
		<p>(B1) Владеть навыками построения технологических моделей</p>	<p>Не владеет навыками построения технологических моделей</p>	<p>Владеет в меньшей степени и навыками построения технологических моделей</p>	<p>Владеет навыками построения технологических моделей</p>	<p>Демонстрирует владение навыками построения технологических моделей</p>

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина: Цифровое технологическое моделирование

Код, направление подготовки: 21.04.01 Нефтегазовое дело

Направленность (профиль): Цифровой инжиниринг газовых месторождений

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания ,автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие-электронно-го варианта в ЭБС (+/-)
1.	Цифровое моделирование / У. Воган, Я. Е. Гурин. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 430 с. - ЭБС "Лань". - ISBN 978-5-97060-991-0 - Текст : непосредственный.	ЭР*	18	100	+
2.	Системы построения гидродинамических моделей месторождений УВС : учебное пособие / ТИУ ; сост. С. В. Костюченко. - Тюмень : ТИУ, 2022. - 142 с. : ил. - Электронная библиотека ТИУ. - Библиогр.: с. 141. - Текст : непосредственный.	ЭР*	18	100	+
3.	Системы построения гидродинамических моделей месторождений : методические указания для лабораторной и самостоятельной работы по дисциплинам «Системы построения гидродинамических моделей месторождений», «Интегрированные технологии моделирования нефтегазовых месторождений» для обучающихся направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» программа «Геоинформационные системы» всех форм обучения. Ч. 1 / ТИУ ; сост. С. В. Костюченко. - Тюмень : ТИУ, 2018. - 39 с. - Электронная библиотека ТИУ. - Библиогр.: с. 38. - ~Б. ц. - Текст : непосредственный.	ЭР*	18	100	+

\*ЭР – электронный ресурс доступный через Электронный каталог/Электронную библиотеку ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>