

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:24:34
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Приложение № 1
к рабочей программе модуля
"Оборудование нефтегазопереработки"

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА**

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата

**Проектирование, эксплуатация и диагностика
технологических машин и оборудования**

Профессиональный модуль

Оборудование нефтегазопереработки

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		Доцент В.С. Данильчук

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов переработки нефти и газа» обсуждена на заседании кафедры машин и аппаратов химических производств

протокол от «__» _____ 20__ № __

Заведующий кафедрой

А.Н. Веригин

Одобрено учебно-методической комиссией механического

протокол от «__» _____ 20__ № __

Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки Технологические машины и оборудование		доцент А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины	6
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	7
4.3. Занятия семинарского типа	7
4.3.1. Семинары, практические занятия	7
4.3.2. Лабораторные занятия	8
4.4. Самостоятельная работа	8
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	8
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
9.1. Информационные технологии	10
9.2. Программное обеспечение	10
9.3. Информационные справочные системы	10
10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
11. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	Знать: - принципы и этапы построения моделей процессов переработки нефти и газа; - математические основы построения моделей и расчетных алгоритмов. Владеть: - методами построения моделей процессов переработки нефти и газа; Уметь: - осуществлять постановку задач построения моделей процессов переработки нефти и газа; - разрабатывать алгоритмы и программы для реализации моделей; - анализировать эффективность функционирования объектов химической техники с использованием их математических моделей.

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности совершенствования объектов техники методом моделирования. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами оценки результатов моделирования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления на основе моделирования процессов переработки нефти и газа; - получать нужную информацию о функционировании объектов техники под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних условий с использованием их математических моделей.
ОПК-2	владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	<p>Знать: - интерфейс и возможности среды MathCad .</p> <p>Владеть: - методами программирования в среде MathCad.</p> <p>Уметь: - составлять расчетные алгоритмы с последующей их реализацией на ЭВМ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - редактировать алгоритмы и программы в зависимости от целей моделирования
ОПК-4	пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде	<p>Знать: - типы данных и средства представления информации в среде MathCad.</p> <p>Владеть: - методами ввода- вывода информации в среде MathCad.</p> <p>Уметь: - оформлять и структурировать информацию, полученную в результате моделирования.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.03.02 «Математическое моделирование процессов переработки нефти и газа» относится к вариативной части учебного плана, профессиональному модулю Б1.В.ДВ.02.03 (модуль 03 "Оборудование нефтегазопереработки") и изучается на 4 курсе в 8 семестре и 5 курсе в 9 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Техническая механика», «Детали машин и основы конструирования», «Физика». Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	24
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	8
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	183
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	4 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	Экзамен (9)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение.	0.5				ОПК-4 ПК-4
2	Теоретические основы построения моделей процессов переработки нефти и газа.	1.5	1		23	ПК-4 ОПК-4
3	Структура потоков – основа построения моделей непрерывных процессов.	6	7	8	160	ПК-2 ПК-4 ОПК-2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Введение</u> Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и содержание дисциплины. Рекомендуемая литература	0.5	
2	<u>Теоретические основы построения моделей процессов переработки нефти и газа</u> Оборудование и процессы переработки нефти и газа как объекты моделирования. Аспекты моделирования. Поэтапное построение модели. Адекватность модели. Детерминированные и стохастические модели. Способы представления данных и способы ввода-вывода информации в среде MathCad.	1.5	
3	<u>Структура потоков – основа построения моделей непрерывных процессов.</u> Особенности построения моделей непрерывных процессов. Понятие структуры потоков. Распределение времени пребывания. Физический смысл кривых отклика. Аппараты полного перемешивания и полного вытеснения. Понятие завершенности физико-химического процесса на примере реакции 1-го порядка. Расчет требуемого объема аппарата для проведения процессов с заданной степенью завершенности с учетом модели структуры потоков.	6	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<u>Структура потоков – основа построения моделей непрерывных процессов.</u> Построение кривых отклика по опытным данным. Расчет объема реактора при переходе от периодического к непрерывному процессу. Расчет объема аппаратов полного перемешивания и полного вытеснения для проведения реакции 1-го порядка с заданной степенью завершенности. Оптимизация схемы каскада аппаратов с использованием модели структуры потоков.	8	Компьютерная симуляция

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<u>Структура потоков – основа построения моделей непрерывных процессов.</u> Исследование модели структуры потоков аппарата с перемешивающим устройством. Синтез модели структуры потоков по конструктивным признакам аппарата.	8	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Прогнозирование структуры потоков по конструктивным признакам аппарата. Физико-химические процессы в идеальных аппаратах. Учет структуры потоков при расчете физико-химических процессов в идеальных аппаратах. Комбинированные модели. Оценка объема застойной зоны по опытным данным. Определение параметров модели по опытным данным. Расчет непрерывных процессов переработки нефти и газа с учетом структуры потоков. Ячеечная модель структуры потоков. Оптимизация каскада реакторов полного перемешивания.	183	Устный опрос №1, контроль результатов на практических занятиях. Контрольные работы № 1, 2, 3, 4.

Темы и содержание контрольных работ:

1. Построение кривой отклика по опытным данным.
2. Расчет степени завершенности реакции 1-го порядка в аппаратах полного перемешивания и полного вытеснения, каскаде аппаратов полного перемешивания.
3. Определение объема аппаратов в каскаде, необходимого для достижения заданной степени завершенности реакции 1-го порядка. Сравнение схем с каскадом аппаратов полного перемешивания и аппаратом полного вытеснения.
4. Оценка объема застойной зоны в аппарате с перемешивающим устройством на основе модели структуры потоков.

5. Перечень учебно- методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Данильчук, В.С. Моделирование броуновского движения частиц с использованием метода Монте-Карло.: практикум / В.С. Данильчук.- СПбГТИ(ТУ), 2016.-18с.
2. Веригин, А.Н Химико-технологические агрегаты. Имитационное моделирование /А.Н Веригин, В.Н. Федоров, В.С. Данильчук. - СПб: Изд.-во СПб университета, 1998.- 218с.
3. Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие/И.В. Хрущева [и др.].-СПб.; М.: Лань, 2009.-331 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, успешно выполнившие задания на практических занятиях и защитившие лабораторные работы.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта билета к экзамену:

Вариант № 1

1. Вывод функции распределения времени пребывания в аппарате полного перемешивания.
2. Переход от периодического процесса к непрерывному. Расчет параметров оборудования с учетом модели структуры потоков.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

- 1.Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов по направлениям "Химическая технология" и "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / А. М. Гумеров. - 2-е изд., перераб. -- СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 176 с.
2. Марков, Ю.Г. Математические модели химических реакций : учебник / Ю. Г. Марков, И. В. Маркова. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 192 с.
3. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов": учебное пособие / Н. А. Самойлов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2013. - 168 с.

б) дополнительная литература:

- 4 Хрущева, И.В. Основы математической статистики и теории случайных процессов: Учебное пособие/И.В. Хрущева [и др.].-СПб.; М.: Лань, 2009.-331 с.
- 5 Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике: Учебник для вузов/ В.С. Зарубин, Е.Е. Иванова, Г.Н. Кувыркин; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко,- 3-е изд., испр.-М.:Из-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010.-495 с.

6. Охорзин, В.А. Прикладная математика в системе MathCad: Учебное пособие для вузов. В.А. Охорзин.-3-е изд.-СПб.; М.; Краснодар: Лань,2009.-348с.
7. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов/ В.И. Косинцев [и др.]; под ред. А.И. Михайленко, - М.: Академкнига, 2006.-332с.
8. Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий: в 2с. Ч.1/Г.М.Островский и др.; ред.Г.М. Островский [и др.] – СПб.: Профессионал, 2004. – 841с.
9. Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий: в 2ч. Ч.2 /Г.М.Островский и др.; ред. Г.М.Островский [и др.] – СПб.: Профессионал, 2006.- 916с.

в) вспомогательная литература:

- 10 Веригин, А.Н Химико-технологические агрегаты. Имитационное моделирование /А.Н Веригин, В.Н. Федоров, В.С. Данильчук. -СПб: Изд.-во СПб университета, 1998.- 218с.
- 11 Закгейм, А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов/А.Ю. Закгейм.- М.: Мир, 1982- 222 с.
- 12 Тихонов В.И. Марковские процессы. / В.И. Тихонов, М.А. Миронов.- М.: Советское радио, 1977-488 с.
- 13 Царева, З.М. Основы теории химических реакторов: Компьютерный курс: учебник для вузов/З.М. Царева, Л.Л. Тобапенянский, Е.И. Орлова; под ред. З.М. Царевой- М.: Высш. шк.,1997.-624 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Математическое моделирование процессов переработки нефти и газа» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

9.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

9.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice; Mathcad 14

9.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется класс, оборудованный индивидуальными компьютерами

11. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г. СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Математическое моделирование процессов переработки нефти и газа»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка¹	Этап формирования²
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	промежуточный
ПК-4	Способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	промежуточный
ОПК-2	владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером	промежуточный
ОПК-4	пониманием сущности и значения информации в развитии современного общества, способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, готовностью интерпретировать, структурировать и оформлять информацию в доступном для других виде	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	знает возможности совершенствования процессов переработки нефти и газа методом моделирования	Правильные ответы на вопросы № 1,2 к экзамену	ПК-4
Освоение раздела № 2	умеет оформлять и структурировать информацию, полученную в результате моделирования	Правильные ответы на вопросы № 5-6 к экзамену	ОПК-4
	знает возможности совершенствования процессов переработки нефти и газа	Правильные ответы на вопросы № 3-4 к экзамену	ПК-4

¹ **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

² этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	методом моделирования		
Освоение раздела №3	<ul style="list-style-type: none"> - знает принципы и этапы построения моделей процессов переработки нефти и газа; - знает математические основы построения моделей и расчетных алгоритмов - владеет методами построения моделей процессов переработки нефти и газа; - умеет осуществлять постановку задач построения моделей процессов переработки нефти и газа; - умеет анализировать эффективность функционирования объектов химической техники с использованием их математических моделей; 	Правильные ответы на вопросы № 7-18 к экзамену	ПК-2
	<ul style="list-style-type: none"> -умеет разрабатывать алгоритмы и программы для реализации моделей на ЭВМ; 	Правильные ответы на вопросы № 7-18 к экзамену	ОПК-2
	<ul style="list-style-type: none"> -владеет методами оценки результатов моделирования; - умеет составлять техническое задание на разработку и совершенствование аппаратного оформления на основе моделирования процессов переработки нефти и газа; -умеет получать нужную информацию о функционировании объектов техники под воздействием управляющих сигналов при изменении внешних условий с использованием их математических моделей 	Правильные ответы на вопросы № 7-18 к экзамену	ПК-4

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-4:

1. Понятие модели объекта химической техники. Основные понятия.
2. Представление работы объектов в виде функций распределения входных и выходных параметров.
3. Этапы построения модели и аспекты моделирования.
4. Основные принципы построения моделей процессов переработки нефти и газа.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:

5. Способ представления данных в среде MathCad.
6. Способы ввода – вывода данных при моделировании в среде MathCad

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2, ПК-4:

7. Особенности построения моделей процессов переработки нефти и газа с непрерывным режимом работы. Распределение времени пребывания.
8. Физический смысл и свойства кривых отклика на типовые возмущения.
9. Экспериментальные методы определения распределения времени пребывания. Обработка данных эксперимента с импульсным и ступенчатым сигналом на входе в виде кривых отклика.
10. Влияние распределения времени пребывания на степень завершенности физико-химических процессов (на примере реакции 1-го порядка).
11. Переход от периодического процесса к непрерывному. Расчет параметров оборудования с учетом структуры потоков.
12. Модель полного перемешивания. Основные допущения. Вывод функции распределения времени пребывания в аппарате полного перемешивания.
13. Модель полного вытеснения. Основные допущения.
14. Комбинированные модели структуры потоков. Построение комбинированной модели по конструктивным признакам аппарата.
15. Расчет завершенности химической реакции 1-го порядка в непрерывном аппарате полного перемешивания. Определение необходимого объема аппарата.
16. Расчет завершенности химической реакции 1-го порядка в аппарате полного вытеснения. Определение необходимого объема. Сравнение с аппаратом полного перемешивания.
17. Расчет завершенности химической реакции 1-го порядка в каскаде аппаратов полного перемешивания. Оптимизация схемы каскада реакторов по числу и объему аппаратов.
18. Определение параметров комбинированной модели. Оценка объема застойной зоны в аппарате по опытным данным.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.