

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 17.05.2022 17:16:10
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и мето-
дической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«_____» _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ И РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ
ПРОЦЕССОВ

Направления подготовки

**18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефте-
химии и биотехнологии**

Направленности образовательных программ

Рациональное использование материальных, энергетических и водных ресурсов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **ресурсосберегающих технологий**

Санкт-Петербург
2016

Б1.В.02

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик, доцент		Н. В. Кузичкин

Рабочая программа дисциплины «Моделирование энергосберегающих и ресурсосберегающих процессов» обсуждена на заседании кафедры ресурсосберегающих технологий протокол от 11.01.2016 № 1

Заведующий кафедрой

Н. В. Кузичкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол от 20.01.2016 № 6

Председатель

М. В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Д. А. Смирнова

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 в структуре образовательной программы.	4
3. Объем дисциплины.	5
4. Содержание дисциплины.	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	5
4.2. Занятия лекционного типа.	6
4.3. Занятия семинарского типа.	7
4.3.1. Семинары, практические занятия.	7
4.3.2. Лабораторные работы.	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.	7
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	7
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	10
10.1. Информационные технологии.	10
10.2. Программное обеспечение.	10
10.3. Информационные справочные системы.	10
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.	11
Приложение № 1	12

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:

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ООП (содержание компетенций)</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
ПК-14	способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	Знать: принципы разработки математических моделей сложных систем; Уметь: правильно применять методы вычислительной математики для анализа эволюции сложных систем. Владеть знаниями о принципах разработки математических моделей различных сложных систем.
ПК-15	способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Знать: математические методы решения систем уравнений различного типа; Уметь: анализировать прикладные задачи с целью корректного выбора метода оптимизации Владеть методами решения разнообразных прикладных задач.
ПК-16	способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	Знать: особенности численной реализации итерационных процессов; методы построения и анализа статистических моделей сложных систем Уметь: использовать современные компьютерные средства для моделирования различных процессов и явлений. Владеть: навыками разработки энерго- и ресурсосберегающих систем в компьютерных моделирующих программах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору (Б1.В.02) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика», «Процессы и аппараты химической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4 / 144
Контактная работа с преподавателем:	90
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	18
другие виды контактной работы	27
Самостоятельная работа	27
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение. Математическое моделирование - основной метод кибернетики	4			4	ПК-14
2.	Математические модели типовых процессов химической технологии	12	12		10	ПК-16
3.	Математические модели химических реакторов	10	16		10	ПК-16
4.	Исследование микро и макрокинетики процесса	10	8		3	ПК-15

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Физическое и математическое моделирование. Основные виды математических моделей. Выбор и построение модели процесса. Установление адекватности математических моделей реальным объектам.	4	Мультимедийная презентация материала
2.	Тепловые процессы. Модели стационарного и нестационарного процесса в теплообменном аппарате. Последовательность оптимального расчета теплообменника. Тепловой насос. Диффузионные процессы. Моделирование ректификационных колонн. Уравнение Фенске и Андервуда. Четкость деления смеси. Математические модели насадочных колонн.	12	Мультимедийная презентация материала
3.	Уравнения скорости реакции. Области протекания химических реакций. Определение общего уравнения процесса. Форма кинетического уравнения. Модель идеального вытеснения. Модель реактора полного перемешивания. Каскад реакторов полного смешения. Диффузионная модель. Двухфазная модель реактора с кипящим слоем.	10	Мультимедийная презентация материала
4.	Интегральный и дифференциальный методы анализа опытных данных. Подбор и проверка уравнения кинетики простой реакции. Истинные и наблюдаемые константы скорости. Распределение продуктов сложных реакций.	10	Мультимедийная презентация материала

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Расчет кожухотрубного теплообменника в системе Hysys	4	Мастер-класс
2	Моделирование ректификационных колонн	8	Мастер-класс
3	Моделирование реакторов (реактор идеального вытеснения, реактор полного перемешивания, ячеечная модель)	16	Мастер-класс
4	Подбор и проверка уравнения кинетики	8	Мастер-класс

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<i>Введение</i> Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.	4	Устный опрос №1
2	<i>Математические модели типовых процессов химической технологии</i> Модели печей огневого нагрева.	10	Устный опрос №2
3	<i>Математические модели химических реакторов</i> Расчет реакторов по кривым отклика. Устойчивость тепловых режимов реакторов	10	Устный опрос №3
4	<i>Исследование микро и макро кинетики процесса</i> Масштабирование аппаратов.	3	Устный опрос №3

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

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, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков)

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, а также вопрос-задачу. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин, на решение задачи отводится 20 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Модель идеального вытеснения.
2. Распределение продуктов сложных реакций.
Задача: Выполнить пинч-анализ заданной схемы теплообмена

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) основная литература:

- 1 Химико-технологические системы: Оптимизация и ресурсосбережение / Н.В.Лисицын [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Менделеев, 2013. – 392 с.
- 2 Гайле, А.А. Курсовое и дипломное проектирование процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [Текст] : учебное пособие / А. А. Гайле, Н. В. Кузичкин, Н. В. Лисицын ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в, Каф. ресурсосберегающих технологий. - СПб. : [б. и.], 2014. Ч. 2 : Физико-химические свойства углеводородов и продуктов нефтепереработки и нефтехимии. - 2014. - 146 с. : ил.
- 3 Гайле, А.А. Курсовое и дипломное проектирование процессов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности : учебное пособие / А. А. Гайле, Н. В. Кузичкин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии нефтехим. и углехим. пр-в, Каф. ресурсосберегающих технологий. - СПб. : [б. и.], 2013 - Ч. 1 : Современное состояние и перспективы российской нефтяной, газовой, нефтегазоперерабатывающей и нефтегазохимической промышленности. - 2013. - 108 с. : табл.

б) дополнительная литература:

- 1 Сугак А. В. Оборудование нефтеперерабатывающего производства : учебное пособие / А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, Ю. А. Веткин. - М. : Академия, 2012. - 334 с. : ил.
- 2 Федоров, В. И. Моделирование в компьютерной среде Aspen Hysys : учебное пособие / В. И. Федоров [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. ресурсосберегающих технологий. - СПб. : [б. и.], 2013. - 75 с. : ил. - Библиогр.: с. 75.
- 3 Банных, О. П. Расчет теплообменных аппаратов : методические указания по курсовому проектированию / О. П. Банных, Е. И. Борисова, О. В. Муратов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. процессов и аппаратов. - СПб. : [б. и.], 2014. - 55 с. : ил. - Библиогр.: с. 49.

в) вспомогательная литература:

- 1 Кафаров, В. В. Анализ и синтез химико-технологических систем / В.В.Кафаров, В.П.Мешалкин. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
- 2 Химико-технологические системы. Синтез, оптимизация и управление. / И.П.Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. – Л.: Химия, 1986. – 424 с.
- 3 Бесков, В. С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии / В.С.Бесков, В.С.Сафронов. – М.: Химия, 1999. – 472 с.
- 4 David Himmelblau Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering / David Himmelblau, James Riggs. – 2012. – 768 с.
- 5 Process Simulation and Control Using Aspen. PHI Learning Pvt. Ltd., 2009. – 317 с. HYSYS. Process, version 3.2, documentation. Customization Guide. Cambridge (USA). Aspentech, 2003. – 332 p.
- 6 Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа/С.А.Ахметов, Т.П.Сериков, И.Р.Кузеев, М.И.Баязитов. – СПб.: Недра, 2006. – 868 с.
- 7 Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учеб.пособие/ А.А. Гайле, Б.В. Пекаревский. – СПб.: «ИК Синтез», 2007. – 88 с.
- 8 Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 496 с.

8. 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 (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>;

сайт федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности»: <https://www1.fips.ru>;

поисковые системы: www.rambler.ru, www.yandex.ru, www.google.ru, www.yahoo.ru

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Моделирование энергосберегающих и ресурсосберегающих процессов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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.

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.

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

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

1. Средства MS Office.

2. Пакет программ MathCad.

3. Пакет моделирующих программ Aspen.

10.3. Информационные справочные системы.

База федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности».

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

Для проведения лекций и практических занятий используются персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран.

Для проведения практических занятий используется компьютерная лаборатория кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), оборудованной персональными компьютерами, объединенными в сеть, библиотека кафедры ресурсосберегающих технологий СПбГТИ(ТУ), фундаментальная библиотека СПбГТИ(ТУ).

12. 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.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Моделирование энергосберегающих и ресурсосберегающих процессов»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-14	способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе	Промежуточный
ПК-15	способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	Промежуточный
ПК-16	способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности	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	Знать: принципы разработки математических моделей сложных систем; Уметь: правильно применять методы вычислительной математики для анализа эволюции сложных систем. Владеть знаниями о принципах разработки математических моделей различных сложных систем.	Правильные ответы на вопросы к экзамену №1-4	ПК-14
Освоение раздела №2	Знать: особенности численной реализации итерационных процессов; методы построения и анализа статистических моделей сложных систем Уметь: использовать современные компьютерные средства для моделирования различных процессов и явлений. Владеть: навыками разработки энерго- и ресурсосберегающих систем в компьютерных моделирующих программахразнообразных прикладных задач.	Правильные ответы на вопросы к экзамену №10-17	ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №3	Знать: особенности численной реализации итерационных процессов; методы построения и анализа статистических моделей сложных систем Уметь: использовать современные компьютерные средства для моделирования различных процессов и явлений. Владеть: навыками разработки энерго- и ресурсосберегающих систем в компьютерных моделирующих программахразнообразных прикладных задач.	Правильные ответы на вопросы к экзамену №18-25	ПК-16
Освоение раздела №4	Знать: математические методы решения систем уравнений различного типа; Уметь: анализировать прикладные задачи с целью корректного выбора метода оптимизации Владеть методами решения разнообразных прикладных задач	Правильные ответы на вопросы к экзамену №5-9	ПК-15

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала балльная, результат оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14:

1. Физическое и математическое моделирование.
2. Основные виды математических моделей.
3. Выбор и построение модели процесса.
4. Установление адекватности математических моделей реальным объектам.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-15:

5. Интегральный и дифференциальный методы анализа опытных данных.
6. Подбор и проверка уравнения кинетики простой реакции.
7. Истинные и наблюдаемые константы скорости.
8. Распределение продуктов сложных реакций.
9. Масштабирование аппаратов.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:

10. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.
11. Модели стационарного процесса в теплообменном аппарате.
12. Модели нестационарного процесса в теплообменном аппарате.
13. Последовательность оптимального расчета теплообменника.
14. Тепловой насос.

15. Модели печей огневого нагрева.
16. Моделирование ректификационных колонн. Уравнение Фенске и Андервуда. Четкость деления смеси.
17. Математические модели насадочных колонн.
18. Уравнения скорости реакции. Области протекания химических реакций.
19. Модель идеального вытеснения.
20. Модель реактора полного перемешивания.
21. Каскад реакторов полного смешения.
22. Диффузионная модель.
23. Двухфазная модель реактора с кипящим слоем.
24. Расчет реакторов по кривым отклика.
25. Устойчивость тепловых режимов реакторов

г) Практические задания к промежуточной аттестации комплектуются типовыми примерами, освоенными на занятиях семинарского типа.

Примеры заданий:

1. Для извлечения этилбензола из трех потоков (R_1, R_2, R_3) в качестве экстрагентов используют гексан (S_1, S_2) и четыреххлористый углерод (S_3). Они поглощают во внутренней подсистеме часть этилбензола. Для дополнительной очистки во внешней подсистеме используется ионообменная смола (S_4). Характеристики богатых (R_1, R_2, R_3) и бедных потоков (S_1, S_2, S_3) выдаются преподавателем. Минимально допустимая движущая сила равна 0,0015 кг этилбензола/кг массоагента. Синтезировать массообменную систему извлечения этилбензола.

2. Для извлечения толуола из потоков-отходов нефтяных дистиллятов (R_1, R_2) в качестве экстрагентов используют водные растворы моноэтиленгликоля (S_1) и диэтиленгликоля (S_2). Для дополнительной очистки во внешней подсистеме используется активированный уголь (S_3). Характеристики богатых (R_1, R_2) и бедных потоков (S_1, S_2, S_3) выдаются преподавателем. Минимально допустимая движущая сила равна 0,001 кг толуола/кг массоагента. Синтезировать массообменную систему извлечения толуола.

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 «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.