

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ**

«УТВЕРЖДАЮ»

**Декан факультета фундаментальной
физико-химической инженерии МГУ
академик**

_____ С.М.Алдошин

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Современные программы моделирования химико-
технологических процессов»**

Специальности (направления подготовки):

03.04.01 «Прикладные математика и физика»

04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Форма обучения:

очная

Москва

2017

1. Наименование дисциплины (модуля): **Современные программы моделирования химико-технологических процессов**

Дисциплина предназначена для студентов 5 курса факультета фундаментальной физико-химической инженерии МГУ имени М.В. Ломоносова, специализирующихся в области нефтехимия. В течение 10 семестра рассматриваются аспекты моделирования химико-технологических систем и их элементов с использованием современных пакетов программ. Студенты изучают принципы эксплуатации и методы расчета насосного, компрессорного, теплообменного и колонного оборудования. Знакомятся с подходами и принципами создания химико-технологических систем.

2. Уровень высшего образования – специалитет.

3. Направление подготовки: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД, модуль «Профессиональный».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Формируемые компетенции (код компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|
| С-СПК-1 Способность использовать знания, полученные в других областях науки, при решении задач профессиональной деятельности | У1 (С-СПК-1): УМЕТЬ рассматривать с химической точки зрения и выбирать необходимые методы расчета термодинамических свойств веществ. |
| С-СПК-2 Способность анализировать химический процесс с технологической точки зрения. | У1 (С-СПК-2): УМЕТЬ анализировать химический процесс с точки зрения применения технологического оборудования. У2 (С-СПК-2): УМЕТЬ сопоставлять физический и химический процесс с используемым технологическим оборудованием. З1 (С-СПК-2): ЗНАТЬ: особенности составления технологической схемы процесса, ее основные элементы. В1 (С-СПК-2): ВЛАДЕТЬ: методами и подходами к разработке принципиальной технологической схемы процесса. |
| С-СПК-3 Способность сопоставлять возможности и области применения, достоинства и недостатки различного оборудования химической технологии | З1 (С-СПК-3): ЗНАТЬ: достоинства и недостатки, области применения, основные характеристики различного используемого технического оборудования. У1 (С-СПК-3): УМЕТЬ осуществлять выбор требуемого типа оборудования в зависимости от характера процесса. |
| С-СПК-4 Владение навыками использования программных | У1 (С-СПК-4) УМЕТЬ: использовать программные средства для решения общеобразовательных и профессиональных задач. |

| | |
|--|--|
| средств и работы в компьютерных сетях | В1 (С-СПК-4) ВЛАДЕТЬ: навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, основными методами, способами и средствами получения, переработки информации. |
| С-СПК-5 Способность использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе. | З1 (С-СПК-5) ЗНАТЬ: основные программные продукты и специализированное программное обеспечение, используемое при разработке технологии процесса. У1 (С-СПК-5) УМЕТЬ: использовать программное обеспечение для планирования химических исследований, анализа результатов эксперимента. |

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 1 зачетную единицу, всего 34 часов, из которых 28 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (7 часов занятия лекционного типа, 19 часов занятия семинарского типа, 2 часа мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 2 часов групповые и индивидуальные консультации), 6 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен

знать: основные свойства химических элементов и их соединений, основные законы физики, иметь представления об основных аппаратах химической технологии, о методах расчета термодинамических свойств веществ и фазового равновесия;

уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей;

владеть: простейшими расчетными методами решения физических и химических задач, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных).

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | | | | |
|---|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-------|---|-----------------------------|-------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы из них | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | Всего | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | Всего |
| Тема 1. Введение в Chemical Engineering. Знакомство с современными программными пакетами моделирования химико-технологических процессов | 3 | 1 | 2 | | | | 3 | | | |
| Тема 2. Принцип расчета насосного и компрессорного оборудования | 3 | 1 | 2 | | | | 3 | | | |
| Тема 3. Принципы расчета | 8 | 2 | 4 | | | 2 | 8 | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| теплообменного оборудования | | | | | | | | | | |
| Тема 4. Принципы расчета колонного оборудования | 14 | 3 | 9 | 2 | | | 14 | | | |
| Промежуточная аттестация <i>зачет</i> | 6 | | | | | | | | | 6 |
| Итого | 34 | 7 | 17 | 2 | 0 | 2 | 28 | 0 | 0 | 6 |

Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, использование компьютерных программ;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю): «Современные программы моделирования химико-технологических процессов»

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.1. - М.:Химия, 1995.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.2. - М.:Химия, 1995.
3. Aspen Plus. Aspen Plus User Guide. Manual, Aspen Technology, Inc. Cambridge. MA – 2000.
4. Aspen Plus. Getting Started Building and Running a Process Model. Manual, Aspen Technology, Inc. Cambridge. MA – 2010.
5. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии, кн.1. М.: Химия, 1999. — 888 с., ил.
6. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии, кн.2. М.: Химия, 1999. — 888 с., ил.
7. Schefflan R. Teach yourself the basics of Aspen Plus. Wiley-AIChE, 2011. — 232 p.

10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу
1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.1. - М.:Химия, 1995.
 2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.2. - М.:Химия, 1995.
 3. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии, кн.1. М.: Химия, 1999.
 4. Айнштейн В.Г. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии, кн.2. М.: Химия, 1999.
 5. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии т.1. - М.:Химия, 1981.
 6. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии т.2. - М.:Химия, 1981.
 7. Schefflan R. Teach yourself the basics of Aspen Plus. Wiley-AIChE, 2011.
 8. Мельников Е.Я. Справочник азотчика. Том. 1. - М.:Химия, 1967.
 9. Perry, P.H. and Green, D. Perry's Chemical Engineering Handbook. 7th ed., McGraw-Hill Book Co., 1997.
 10. Dimian A.C. Integrated Design and Simulation of Chemical Processes. Elsevier, 2003.
- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): проведение лабораторных работ

осуществляется с использованием программного пакета AspenPlus (University License).

- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся на базе ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН с использованием современного компьютерного оборудования.

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Магомедова Мария Владимировна, к.т.н.; podlesnaya@ips.ac.ru.

Пересыпкина Екатерина Геннадьевна, к.х.н. peresypkina_eg@ips.ac.ru

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания для дисциплин гуманитарного, математического и естественнонаучного блока, а также химических дисциплин, не относящихся к специализациям, приведены в едином Приложении к учебным программам дисциплин «Карты компетенций выпускника специалитета». Данное Приложение является неотъемлемой частью учебных программ дисциплин, преподаваемых на химическом факультете.
2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к экзамену или зачету)

Теоретические вопросы к зачету:

1. Методы задания используемых компонентов.
2. Существующие методы расчета термодинамических свойств веществ. Области их применения.
3. Определение термодинамических свойств чистых веществ, смесей и потоков с использованием программы AspenPlus.
4. Принцип расчета и работы насосного оборудования, основные характеристики. Виды насосов.
5. Принцип расчета и работы компрессорного оборудования, основные характеристики. Многоступенчатый компрессор.
6. Сепарационное оборудование. Виды сепарационного оборудования, используемого в библиотеке программы AspenPlus, основные отличия.
7. Принцип расчета и работы теплообменных аппаратов, основные виды. Рекуператор.
8. Функции Design Specification и Sensitivity программы AspenPlus.
9. Колонное оборудование. Процесс абсорбции.
10. Колонное оборудование. Процесс ректификации. Принцип работы ректификационной колонны.
11. Принцип расчета ректификационной колонны в среде AspenPlus, оптимизация ее работы.

Пример промежуточной аттестации.

1. Создать новый файл. Выбрать тип *General with Metric Units*.
2. Задать набор термодинамических величин METCBAR
3. Выбрать метод расчета: *NRTL*

4. Создать поток со следующими характеристиками: метанол – % мас, вода – ... % мас, CO_2 – ... % мас., масса потока ...кг/ч, давление – ... бар, температура – ... °С.
5. Сжать поток до давления 10 бар с учетом КПД. Определить температуру на выходе из компрессора.
6. Используя функцию *Design Spec*, определить давление, при котором температура выходящего из компрессора потока не будет превышать 110°С. Определить мощность компрессора.
7. Охладить поток до 40°С. Определить количество тепла, выделившееся при охлаждении (ккал/ч).
8. Используя выделившееся тепло при охлаждении, нагреть поток воды массой ...кг/ч, температурой °С и давлении бар. До какой температуры нагреется поток воды?
9. Отделить жидкую фазу от потока. Определить массовое содержание CO_2 в жидком потоке.