

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость, ЗЕ | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практические занятия, час. | Лабораторные работы, час. | В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час. | СРС, час. | Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП) |
|---------|------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|---|-----------|--|
| 7 | 2 | 72 | 16 | 16 | 0 | 16 | 40 | Зач. |
| Итого | 2 | 72 | 16 | 16 | 0 | 16 | 40 | |

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Химические реакторы» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 общие закономерности протекания химических процессов;

3.2 основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем, основные реакционные процессы и реакторы химической технологии;

3.3 основные термины и понятия, используемые при расчёте, конструировании и проектировании химических реакторов, применяемых на предприятиях ЯТЦ и в химической промышленности, а также проектировании различных производств

3.4 типовые конструкции сборочных единиц и деталей для конструируемых объектов;

3.5 типовые конструкции основных реакторов общехимического назначения и реакторов для радиохимических и ядерно-опасных производств;

3.6 основы проведения материальных, тепловых, конструктивных и прочностных расчетов нестандартных реакторов химических, радиохимических и специальных производств;

3.7 методы и принципы подбора стандартных реакторов.

2) **уметь:**

У.1 подбирать справочную и нормативно-техническую литературу;

У.2 произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса;

У.3 определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе, его технологическую эффективность;

У.4 подбирать стандартное оборудование для проектируемых производств.

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей, методами выбора химических реакторов;

В.2 методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;

В.3 методами решения различных задач прикладного характера.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химические реакторы» являются:

освоение будущими инженерами принципов и методов инженерного расчета химических реакторов, применяемых на предприятиях ЯТЦ и химической промышленности, включая основы конструирования и проектирования нестандартных, а также методов выбора стандартных конструкций химических реакторов.

Основными задачами дисциплины являются:

- знание общих закономерностей химических процессов, протекающих в реакторах, применяемых на предприятиях химических и ядерных производств;
- знание требований и основных факторов, влияющих на конструкцию химических реакторов в зависимости от условий их работы;
- освоение студентами методологии исследований и основ теории процессов, протекающих в химическом реакторе, общих принципов и методов расчета, конструирования и проектирования нестандартных химических реакторов;
- умение выбирать стандартные реактора, для процессов, применяемых на предприятиях ЯТЦ и в химической промышленности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Химические реакторы» (Б1.В.ОД.1.3) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|---|--|--|---|
| тип задач профессиональной деятельности: технологический | | | |
| Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений | руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и | ПК-2.2 Способен осуществлять разработку и проектирование технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и радиоактивных отходов (РАО), разделения изотопов легких элементов и их применения | З-ПК-2.2 Знать: технологический процесс и оборудование для извлечения материалов ЯТЦ, разделения изотопов легких элементов У-ПК-2.2 Уметь: определять необходимое технологическое оборудование для переработки природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и РАО, разделения изотопов легких элементов В-ПК-2.2 Владеть: навыками технологических процессов или отдельных элементов оборудования используемого для переработки природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и РАО, разделения изотопов легких элементов |

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|---|--|--|
| | промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов | | |
| <p>Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений</p> | <p>руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с</p> | <p>ПК-3 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p> | <p>З-ПК-3 Знать: конструкцию основного и вспомогательного оборудования У-ПК-3 Уметь: выбрать оптимальную технологическую схему процесса в соответствии с регламентом В-ПК-3 Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов</p> |

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--|---|---|--|
| | использованием ядерных объектов | | |
| <p>Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений</p> | <p>руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов</p> | <p>ПК-4 Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию</p> | <p>З-ПК-4 Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков У-ПК-4 Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию В-ПК-4 Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса</p> |

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Химические реакторы» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 2, 72 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 7**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Общие закономерности протекания химических процессов»
- **раздел 2** – «Конструирование и расчёт химических реакторов периодическо-го и непрерывного действий»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

| № | Наименование раздела | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час | | | | Аттестационные мероприятия | | Макс. балл за раздел |
|------------------------------|---|---|----------------|---------------|----------------|--|--------------------------------|----------------------|
| | | Лекции | Практ. занятия | Лабор. работы | Самост. работа | Текущий контроль (нед/форма) | Аттестация раздела (нед/форма) | |
| 7 семестр (18 недель) | | | | | | | | |
| 1 | Общие закономерности протекания химических процессов | 6 | 4 | | 10 | 1/Зд1, 2/Зд2 | 3/РГ31 | 19 |
| 2 | Конструирование и расчёт химических реакторов периодическо-го и непрерывного действий | 10 | 12 | | 30 | 3/Зд3, 4/Зд4, 5/Зд5, 6/Зд6, 7/Зд7, 8/Зд8 | 8/РГ32 | 41 |
| | Зачет | | | | | | | 40 |
| Итого за 7 семестр: | | 16 | 16 | | 40 | | | 100 |

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Номера разделов | Аттестационные мероприятия |
|---|-----------------|---|
| – Знать: технологический процесс и оборудование для извлечения материалов ЯТЦ, разделения изотопов легких элементов (З-ПК-2.2) | 2 | Зд4, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Уметь: определять необходимое технологическое оборудование для переработки природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и РАО, разделения изотопов легких элементов (У-ПК-2.2) | 2 | Зд8, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Владеть: навыками технологических процессов или отдельных элементов оборудования используемого для переработки природного и техногенного сырья, переработки ОЯТ и РАО, разделения изотопов легких элементов (В-ПК-2.2) | 2 | Зд6, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Знать: конструкцию основного и вспомогательного оборудования (З-ПК-3) | 2 | Зд3, Зд5, Зд6, Зд7, Зд8, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Уметь: выбрать оптимальную технологическую схему процесса в соответствии с регламентом (У-ПК-3) | 2 | Зд4, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Владеть: навыками обоснования конкретного технического решения при разработке технологических процессов (В-ПК-3) | 2 | Зд3, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков (З-ПК-4) | 1, 2 | РГ31, Зд3, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (У-ПК-4) | 1, 2 | РГ31, Зд3, Зд4, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| – Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса (В-ПК-4) | 1, 2 | РГ31, Зд3, Зд6, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

| Содержание разделов / тематика разделов | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|---|-------------------------------------|
| Раздел 1 Общие закономерности протекания химических процессов | |
| 1.1 Термодинамика химических процессов. Основные законы термодинамики. Основные законы термохимии. Направления протекания химических реакций. Энтальпийный и энтропийный факторы протекания самопроизвольных процессов | 2 |
| 1.2 Основные законы кинетики. Кинетика гомогенных процессов. Основные понятия химической кинетики. Влияние на скорость химических реакций. Кинетический порядок реакции. Время полупревращения | 2 |

| Содержание разделов / тематика разделов | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|---|-------------------------------------|
| 1.3 Кинетика гетерогенных процессов. Механизмы протекания гетерогенных химических реакций. Влияние температуры на скорость гетерогенных реакций. Диффузионно-кинетическая теория гетерогенного реагирования. Модели гетерогенного реагирования. Способы определения лимитирующей стадии | 2 |
| <i>Итого по разделу 1:</i> | 6 |
| Раздел 2 Конструирование и расчёт химических реакторов периодическо-го и непрерывного действий | |
| 2.1 Классификация химических реакторов, области их применения, преимущества и конструкции реакторов. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Классификация ХР по различным признакам. Конструкции реакторов и области их применения | 2 |
| 2.2 Каталитические газо-твердые и жидкофазные реакторы. ХР для радиохимических производств. Гетерогенные газотвердые реакторы, катализа-торы. Реакторы с неподвижным, подвижным и псевдооживленным слоем катализатора. Принципы их расчета и конструирования | 2 |
| 2.3 Жидкофазные реакторы. Жидкофазные реакторы периодического и непрерывного действий. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. Каскад реакторов. Основы их расчета и конструирования | 2 |
| 2.4 Основы расчёта и конструирования реакторов, работающих при высоких давлениях (ВД). Классификация, области применения, преимущества и конструкции реакторов ВД. Требования Ростехнадзора к аппаратам, работающим при повышенных давлениях. Принципы их расчета, конструирования и оптимизации | 2 |
| 2.5 Основы расчета и конструирования электротермических реакторов. Классификация, области применения, преимущества и конструкции электротермических реакторов. Способы получения электроразрядной плазмы. Принципы их расчета и конструирования | 2 |
| <i>Итого по разделу 2:</i> | 10 |
| Всего по теоретическому разделу дисциплины: | 16 |

5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

| Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
|---|-------------------------------------|
| | |

| | |
|---|-------------------------------------|
| Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание | Трудоемкость разделов/тем, ауд. час |
| Раздел 1 Общие закономерности протекания химических процессов | |
| 1.1 Расчет энергии Гиббса, константы равновесия химических процессов. | 2 |
| 1.2 Расчет константы скорости, энергии активации и определение механизма ХР. | 2 |
| <i>Итого по разделу 1:</i> | |
| 4 | |
| Раздел 2 Конструирование и расчёт химических реакторов периодическо-го и непрерывного действий | |
| 2.1 Подбор конструкционных материалов для химических реакторов. | 2 |
| 2.2 Материальный расчет химических реакторов. | 2 |
| 2.3 Тепловой расчет химических реакторов. | 2 |
| 2.4 Конструктивный расчет химических реакторов. | 2 |
| 2.5 Расчёт и проектирование реакторов, работающих при ВД. | 2 |
| 2.6 Основы расчета и конструирования электротермических реакторов. | 2 |
| <i>Итого по разделу 2:</i> | |
| 12 | |
| Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины: | |
| 16 | |

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: ИТ-методы, Обучение на основе опыта.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Case-study, Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационные мероприятия |
|-------------|---------------------|---|
| ПК-2.2 | З-ПК-2.2 | Зд4, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-2.2 | У-ПК-2.2 | Зд8, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-2.2 | В-ПК-2.2 | Зд6, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-3 | З-ПК-3 | Зд3, Зд5, Зд6, Зд7, Зд8, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-3 | У-ПК-3 | Зд4, РГ32, Зачет (7 сем.) |

| | | |
|------|--------|---|
| ПК-3 | В-ПК-3 | Зд3, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-4 | З-ПК-4 | РГ31, Зд3, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-4 | У-ПК-4 | РГ31, Зд3, Зд4, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |
| ПК-4 | В-ПК-4 | РГ31, Зд3, Зд6, Зд7, РГ32, Зачет (7 сем.) |

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Зачета.

Аттестация в 7 семестре:

| Вид контроля | Наименование видов контроля | Максимальная положительная оценка в баллах | Минимальная положительная оценка в баллах |
|---------------------------------|------------------------------|--|---|
| Текущая аттестация | | | |
| Зд1 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| Зд2 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| РГ31 | Расчетно-графическое задание | 15 | 9 |
| Зд3 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| Зд4 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| Зд5 | Задание (задача) | 4 | 2.4 |
| Зд6 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| Зд7 | Задание (задача) | 4 | 2.4 |
| Зд8 | Задание (задача) | 2 | 1.2 |
| РГ32 | Расчетно-графическое задание | 25 | 15 |
| Сумма: | | 60 | 36 |
| Промежуточная аттестация | | | |
| Зачет | | 40 | 24 |
| Итого: | | 100 | 60 |

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|---------------|-------|-------|----------------------------|-------|-----------------------------|
| Сумма баллов по дисциплине | 100–90 | 89–85 | 84–75 | 74–70 | 69–65 | 64–60 | ниже 60 |
| Оценка (ECTS) | A | B | C | D | | E | F |
| Оценка по 4-х балльной шкале | отлично (отл.) | хорошо (хор.) | | | удовлетворительно (удовл.) | | неудовлетворительно (неуд.) |
| Зачет | Зачтено | | | | | | Не зачтено |

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Зачета (7 семестр):

- 1 Основные законы термодинамики
- 2 Энтальпийный и энтропийный факторы, влияющие на направление протекания реакции
- 3 Кинетика химических реакций. Основные понятия, законы действующих масс, Аррениуса и правило Вант-Гоффа
- 4 Особенности протекания гомогенных реакций
- 5 Гетерогенные реакции, их классификация. Влияние температуры на скорость их протекания
- 6 Диффузионно-кинетическая теория гетерогенного реагирования
- 7 Квазигомогенная модель протекания гетерогенных химических процессов
- 8 Модель с фронтальным перемещением зоны реакций в гетерогенных процессах
- 9 Требования, предъявляемые к химическим реакторам (ХР)
- 10 Классификация химических реакторов ХР
- 11 Схема классификации ХР
- 12 Газотвердые каталитические реакторы
- 13 Реакторы с неподвижным слоем катализатора
- 14 Реакторы с подвижным слоем катализатора
- 15 Реакторы с псевдооживленным слоем катализатора (или с кипящим слоем катализатора)
- 16 Жидкофазные реакторы
- 17 Жидкофазные реакторы непрерывного действия
- 18 Сравнение РИС и РИВ
- 19 Реакторы высокого давления (ВД). Преимущества реакторов ВД
- 20 Конструкции реакторов ВД
- 21 Порядок проектирования реакторов
- 22 Электротермические реакторы (ЭТР). Особенности и преимущества ЭТР
- 23 Химические реакторы с электроразрядной плазмой
- 24 Способы получения высокотемпературной плазмы

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Корытцева А. К. Химические реакторы. Введение в теорию и практику [Электронный ресурс]: учебное пособие / Корытцева А. К., Петьков В. И. - Санкт-Петербург: Лань, 2019 - 112 с.

Л1.2 Корытцева А. Н. Химические реакторы. Введение в теорию и практику: учебное пособие / А. Н. Корытцева, В. И. Петьков - Санкт-Петербург: Лань, 2019 - 112 с.

Л1.3 Поникаров И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров - М.: Альфа-М, 2010 - 379, [5] с.

Л1.4 Тураев Н. С. Химия и технология урана [Текст] / Н. С. Тураев, И. И. Жерин; Федеральное агентство по образованию; Томский политехнический университет; под ред. А. М. Чекмарева - М.: Руда и металлы, 2006 - 396, [2] с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Жиганов А. Н. Технология диоксида урана для керамического ядерного топлива: учебное пособие для вузов / А. Н. Жиганов, В. В. Гузеев, Г. Г. Андреев - Томск: STT, 2002 - 328 с.

Л2.2 Лашинский А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры [Сопротивление материалов]: справочник / А. А. Лашинский, А. Р. Толчинский - М.: Альянс, 2013 - 752 с.

Л2.3 Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Текст]: учебник / И. М. Кузнецова [и др.] - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 448 с.

Л2.4 Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 книгах / П. И. Орлов; под ред. П. Н. Учаева - М.: Машиностроение, 1988Кн. 1: Кн. 1 - 560 с.

Л2.5 Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 книгах / П. И. Орлов; под ред. П. Н. Учаева - М.: Машиностроение, 1988Кн. 2: Кн. 2 - 544 с.

Л2.6 Смирнов Н. Н. Химические реакторы в примерах и задачах [Текст]: учебное пособие для вузов / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский; под ред. П. Г. Романкова - Л.: Химия, 1977 - 259, [5] с.

Л2.7 Смирнов Н. Н. Химические реакторы в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский; Под ред. П. Г. Романкова - Л.: Химия, 1986 - 221, [3] с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 American Chemical Society (ACS) – Режим доступа: www.library.mephi.ru

Э2 The Royal Society of Chemistry (RSC) – Режим доступа: www.library.mephi.ru

Э3 Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

Э4 Журнал неорганической химии – Режим доступа: <http://www.maikonline.com/maik/showIssues.do?juid=DX09DSQS>

Э5 Известия вузов. Сер.: Химия и химическая технология – Режим доступа: [HTTP://ELIBRARY.RU/14](http://ELIBRARY.RU/14) Известия Томского политехнического университета.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в

рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода профессиональной деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение домашних заданий
- Выполнение индивидуальных заданий
- Выполнение расчетных работ
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): В.Л. Софронов