

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«_____» _____ 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализация

Химия материалов

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Форма обучения

Очная

Факультет механический

Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

Санкт-Петербург

2023

Б1.В.09

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 04 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы..... | 05 |
| 3. Объем дисциплины | 05 |
| 4. Содержание дисциплины..... | 06 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 06 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины... | 06 |
| 4.3. Занятия лекционного типа..... | 07 |
| 4.4. Занятия семинарского типа..... | 09 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия | 09 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия..... | 10 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся | 10 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 11 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации | 11 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины | 12 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины..... | 13 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 13 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 14 |
| 10.1. Информационные технологии..... | 14 |
| 10.2. Программное обеспечение..... | 14 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы..... | 14 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы | 14 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья | 14 |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации... | 15 |

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

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

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) |
|--|---|---|
| ПК-4 Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов, в том числе, в рамках прикладных НИР и НИОКР | ПК-4.3 Выбор химических реакторов для решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов и методов их расчета | Знать: основные принципы расчета химических реакторов для синтеза неорганических и композиционных материалов (ЗН-1) Уметь: выбирать тип химического реактора для конкретного процесса (У-1) Владеть: базовыми навыками использования современной химико-технологической аппаратуры и измерительных приборов при проведении научных исследований (Н-1) |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.09), и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплины «Химические реакторы».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Химические реакторы» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы | Всего, ЗЕ/академ. часов |
|--|----------------------------|
| 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 (в том числе практическая подготовка) | 18(-) |
| лабораторные работы (в том числе практическая подготовка) | 18(18) |
| курсовое проектирование (КР или КП) | - |
| КСР | 18 |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 54 |
| Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе) | - |
| Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен) | Зачёт |

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, академ. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы | | Самостоятельная работа, академ. часы | Формируемые компетенции | Формируемые индикаторы |
|-------|--|--|---|---------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | | | Семинары и/или практические | Лабораторные работы | | | |
| 1 | Введение в теорию химических реакторов | 4 | 2 | - | 5 | ПК-4 | ПК-4.3 |
| 2 | Кинетика гомогенных реакций | 6 | 4 | 4 | 11 | ПК-4 | ПК-4.3 |
| 3 | Интерпретация данных, полученных в реакторах периодического действия | 10 | 4 | 4 | 11 | ПК-4 | ПК-4.3 |
| 4 | Введение в расчет реакторов | 8 | 4 | 4 | 11 | ПК-4 | ПК-4.3 |
| 5 | Идеальные реакторы для однофазных реакций | 6 | 4 | 6 | 10 | ПК-4 | ПК-4.3 |
| 6 | Расчет реакторов для одиночных реакций | 2 | - | - | 6 | ПК-4 | ПК-4.3 |

4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины |
|-------|--|---|
| 1 | ПК-4.3 | Введение в теорию химических реакторов |
| | | Кинетика гомогенных реакций |
| | | Интерпретация данных, полученных в реакторах периодического действия. |
| | | Введение в расчет реакторов |
| | | Идеальные реакторы для однофазных реакций |
| | | Расчет реакторов для одиночных реакций |

4.3. Занятия лекционного типа

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 1 | Введение в теорию химических реакторов. Скорость реакции. Параметры, влияющие на скорость реакций. Примеры расчета скорости реакций. | 4 | ЛВ |
| 2 | Кинетика гомогенных реакций. Простейшие типы реакторов. Скорость реакций компонентов. Концентрационный фактор. Влияние температуры на скорость реакций. | 6 | ЛВ |
| 3 | Интерпретация данных, полученных в реакторах периодического действия. Процедуры для анализа кинетических данных: интегральный и дифференциальный методы. | 2 | ЛВ |
| 3 | 3.1. Реактор периодического типа с постоянным объемом. Анализ данных о полном давлении в системе постоянного объема. Конверсия, селективность, выход. Интегральный метод анализа данных. Необратимая одномолекулярная реакция первого порядка. Необратимая бимолекулярная реакция второго порядка. Необратимая трехмолекулярная реакция третьего порядка. Эмпирические кинетические уравнения n-го порядка. Реакции нулевого порядка. Определение общего порядка необратимой реакции по времени «полужизни». Определение общего порядка необратимой реакции по дробному времени реакции. Необратимые параллельные реакции. Гомогенные каталитические реакции. Автокаталитические реакции. Необратимые последовательные реакции. Обратимые реакции первого порядка. Обратимые реакции второго порядка. Реакции с переменным порядком. Дифференциальный метод анализа данных. | 4 | ЛВ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 3 | <p>3.2 Реактор периодического типа с переменным объемом. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции нулевого порядка. Реакции первого порядка. Реакции второго порядка. Реакции n-го порядка.</p> <p>3.3 Температура и скорость реакции.</p> <p>3.4 Поиск корректного уравнения скорости реакции.</p> | 4 | ЛВ |
| 4 | <p>Введение в расчет реакторов. Реактор периодического типа. Реактор вытеснительного типа со стационарным течением. Реакторы с нестационарным течением. Материальный баланс для элементарного объема реактора. Тепловой баланс для элементарного объема реактора. Используемые обозначения и связь между конверсией и концентрацией: три случая.</p> | 8 | ЛВ |
| 5 | <p>Идеальные реакторы для однофазных реакций. Реактор периодического действия (идеального смешения, РПД). Проточный реактор идеального вытеснения в установившемся режиме (ПРИВУР). Проточный реактор идеального смешения в установившемся режиме (ПРИСУР). Характеристики «объемное время» и «объемная скорость» для проточных реакторов. Примеры расчета классических идеальных реакторов. О времени пребывания и объемном времени для проточных реакторов. Сводка уравнений производительности реакторов для кинетических уравнений n-го порядка при постоянном и переменном объеме.</p> | 6 | ЛВ |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 6 | <p>Расчет реакторов для одиночных реакций. Сравнение размеров реакторов для одиночных реакций. Реактор периодического действия. Проточные реакторы смешительного и вытеснительного типа, реакции первого и второго порядков. Изменение соотношения реагентов в реакциях второго порядка. Общий метод графического сравнения объемов ПРИСУР и ПРИВУР.</p> <p>Системы из нескольких реакторов. Реакторы вытеснительного типа, включенные последовательно или параллельно. Реакторы идеального смешения, включенные последовательно. Каскад реакторов. Определение конверсии для заданной системы реакторов. Определение наилучшей системы реакторов для заданной конверсии. Реактор с рециркуляцией. Оптимальные условия рециркуляции</p> | 2 | ЛВ |

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|--|---------------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку | |
| 1 | Занятие 1. Расчеты скорости реакций в некоторых типах промышленных реакторов | 2 | - | МК |
| 2 | Занятие 2. Расчеты кинетики гомогенных реакций | 4 | - | МК |
| 3 | Занятие 3. Расчет конверсии в реакторах периодического действия. Интерпретация данных, полученных в реакторах периодического действия | 4 | - | МК |
| 4 | Занятие 4. Расчеты изотермического однофазного проточного реактора, работающего в установившемся режиме при постоянном давлении и при переменном давлении. | 4 | - | МК |
| 5 | Занятие 5. Расчет идеальных реакторов для однофазных реакций. | 4 | - | МК |

4.4.2. Лабораторные работы

| № раздела дисциплин ы | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Примечание |
|--------------------------------|--|----------------------|--|------------|
| | | всего | в том числе на практическую подготовку | |
| 2 | Лабораторная работа 1. Исследование процесса микросмешения в микрореакторе с интенсивно закрученными потоками с использованием йодид-иодатной методики | 4 | 4 | Тр |
| 3 | Лабораторная работа 2. Исследование скорости диссипации энергии в микрореакторе с интенсивно закрученными потоками | 4 | 4 | Тр |
| 4 | Лабораторная работа 3. Исследование гидродинамики в микрореакторе с двухфазным потоком | 4 | 4 | КтСм |
| 5 | Лабораторная работа 4. Исследование гидродинамики в микрореакторе с двухфазным потоком | 6 | 6 | КтСм |

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------------|--|----------------------|---|
| 1 | Тема 1. Классификация реакций. | 5 | Устный опрос. Индивидуальн ое задание № 1 |
| 2 | Тема 2. Влияние концентрации на скорость реакций. | 11 | Индивидуальн ое задание №2 |
| 3 | Тема 3. Интегральный метод анализа для реактора переменного объема. | 11 | Индивидуальн ое задание №3 |
| 4 | Тема 4. Сопоставительный анализ идеальных реакторов различных типов | 11 | Индивидуальн ое задание №4 |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 5 | Тема 5. Реакторы псевдооживленного слоя. Конструкции и принцип действия промышленных реакторов различного назначения. | 10 | Устный опрос |
| 6 | Тема 6. Промышленные реакторы-печи | 6 | Устный опрос |

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

Вариант № 1

1. Интегральный метод анализа данных. Определение общего порядка необратимой реакции по времени «полужизни».
2. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции первого порядка.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе –«зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов. Часть 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. / Ю. И. Дытнерский. - Стер. изд. - [3-е изд.]. - М. : Альянс, - 2015. - 400 с. - ISBN 978-5-91872-073-8.
2. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии : в 2-х кн. : учебник для химико-технологических специальностей вузов. Ч. 2: Массообменные процессы и аппараты. / Ю. И. Дытнерский. - Стер. изд. - [3-е изд.]. - М.: Альянс, - 2015. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 357-358. - ISBN 978-5-91872-076-9.
3. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии : Учебное пособие для вузов / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк; под ред. В. Ф. Фролова. - СПб. : Химиздат, 2011. - 438 с. - ISBN 978-5-93808-194-9.
4. Абиев, Р.Ш. Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса : учебное пособие. Часть 1 : Теплообменные аппараты. Примеры и задачи. / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов, В. Н. Соколов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - СПб. : [б. и.], - 2015. - 96 с.
5. 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. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 55 с.
6. Химические реакторы и печи : учебное пособие / В. Н. Соколов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : [б. и.], 2014. - 94 с.

б) электронные учебные издания:

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : в 2 кн. : Учебник / Под ред. В. Г. Айнштейна. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2975-2. Кн. 1 / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]. - 2022. - 916 с. - ISBN 978-5-8114-2976-9 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 02.03.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Абиев, Р. Ш. Теплогазоснабжение с основами теплотехники. Часть 1. Теплообмен. Примеры и задачи : учебное пособие/ Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов. СПб: [б. и.], 2016. – 71 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 13.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Абиев, Р. Ш. Теплогазоснабжение с основами теплотехники. Часть 2. Теплообмен. Примеры и задачи : учебное пособие/ Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 71 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 13.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Чесноков, Ю. Г. Лекции по теплофизике : учебное пособие/ Ю. Г. Чесноков. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 131 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 13.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
5. Муратов, О. В. Mathcad в расчетах абсорбционных аппаратов : учебное пособие / О. В. Муратов ; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра процессов и аппаратов химической технологии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. - 79 с. - // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 17.01.2023). Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Веригин, А. Н. Теплообменные аппараты : учебное пособие/ А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, М. А. Ратасеп. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2019. – 153 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 13.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Абиев, Р.Ш. Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса : учебное пособие. Часть 1 : Теплообменные аппараты. Примеры и задачи. / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов, В. Н. Соколов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - СПб. : [б. и.], 2015 - 96 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 17.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Химические реакторы и печи : учебное пособие / В. Н. Соколов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 95 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 17.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

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

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Химические реакторы» 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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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 016-2015. 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 приходиться, имея знания 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 слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel), MathCAD 15.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

База данных журналов РИНЦ.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютеры; лабораторные установки с контрольно-измерительной аппаратурой, шаровым зондом для проведения 19 лабораторных работ, в том числе по испытанию центробежных вентилятора и насоса, поршневого насоса с механическим индикатором, ротационного вакуум-насоса; стенды на 8 рабочих мест с экспериментальными установками для исследования различных моделей и полупромышленных образцов, оборудованных контрольно-измерительной аппаратурой, моноблоком с 3D принтером.

Помещение для самостоятельной работы.

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Химические реакторы»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс компетенции | Содержание ¹ | Этап формирования ² |
|--------------------|---|--------------------------------|
| ПК-4 | Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов, в том числе, в рамках прикладных НИР и НИОКР | промежуточный |

¹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

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)

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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Показатели сформированности (дескрипторы) | Критерий оценивания | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов) |
|---|---|---|--|
| | | | «зачтено» (пороговый) |
| ПК-4.3 Выбор химических реакторов для решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов и методов их расчета | Дает определения основных принципов расчета химических реакторов для синтеза неорганических и композиционных материалов (ЗН-1) | Правильные ответы на вопросы №1-15 к зачёту | Дает определения основных типов химических реакторов и методов их исследования. Уверенно и без ошибок выбирает методы исследования химических реакторов (дифференциальный и интегральный), анализирует порядок реакции по данным, полученным в результате обработки экспериментальных данных. Может применить эти знания для решения своих научно-исследовательских задач. |
| | Поясняет связь между принципами выбора химического реактора для конкретного процесса (У-1) | Правильные ответы на вопросы № 16-30 к зачёту | Уверенно и без ошибок поясняет связь между характеристиками процесса и типом выбираемого химического реактора. Способен самостоятельно рассчитать основные параметры реактора: объем, объемную и мольную производительность, выход, среднее время пребывания. Хорошо разбирается в использовании различных методов интерпретации экспериментальных данных. |
| | Демонстрирует навыки использования современной химико-технологической аппаратуры и измерительных приборов при проведении научных исследований (Н-1) | Правильные ответы на вопросы № 31-41 к зачёту | Демонстрирует навыки использования современной химико-технологической аппаратуры. Без ошибок демонстрирует навыки использования измерительных приборов при проведении научных исследований |

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-4:

1. Кинетика гомогенных реакций. Скорость реакции.
2. Основные показатели эффективности химических реакций. Степень превращения. Выход. Селективность.
3. Простейшие типы реакторов. Скорость реакций компонентов. Концентрационный фактор. Влияние температуры на скорость реакций
4. Процедуры для анализа кинетических данных: интегральный и дифференциальный методы.
5. Реактор периодического типа с постоянным объемом. Анализ данных о полном давлении в системе постоянного объема.
6. Конверсия, селективность, выход.
7. Интегральный метод анализа данных. Необратимая одномолекулярная реакция первого порядка.
8. Интегральный метод анализа данных. Необратимая бимолекулярная реакция второго порядка.
9. Интегральный метод анализа данных. Необратимая трехмолекулярная реакция третьего порядка.
10. Интегральный метод анализа данных. Эмпирические кинетические уравнения n -го порядка.
11. Интегральный метод анализа данных. Реакции нулевого порядка.
12. Интегральный метод анализа данных. Определение общего порядка необратимой реакции по времени «полужизни».
13. Интегральный метод анализа данных. Определение общего порядка необратимой реакции по дробному времени реакции.
14. Интегральный метод анализа данных. Необратимые параллельные реакции.
15. Интегральный метод анализа данных. Гомогенные каталитические реакции.
16. Интегральный метод анализа данных. Автокаталитические реакции.
17. Интегральный метод анализа данных. Необратимые последовательные реакции.
18. Интегральный метод анализа данных. Обратимые реакции первого порядка.
19. Интегральный метод анализа данных. Обратимые реакции второго порядка.
20. Интегральный метод анализа данных. Реакции с переменным порядком.
21. Дифференциальный метод анализа данных.
22. Реактор периодического типа с переменным объемом.
23. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема.
24. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции нулевого порядка.
25. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции первого порядка.
26. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции второго порядка.
27. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Реакции n -го порядка.
28. Дифференциальный метод анализа для реактора переменного объема. Поиск корректного уравнения скорости реакции.
29. Реактор периодического действия (идеального смешения, РПД).
30. Проточный реактор идеального вытеснения в установившемся режиме (ПРИВУР).

31. Проточный реактор идеального смешения в установившемся режиме (ПРИСУР).
32. Характеристики «объемное время» и «объемная скорость» для проточных реакторов.
33. Примеры расчета классических идеальных реакторов.
34. О времени пребывания и объемном времени для проточных реакторов.
35. Реактор вытеснительного типа со стационарным течением. Реакторы с нестационарным течением. Материальный баланс для элементарного объема реактора. Тепловой баланс для элементарного объема реактора.
36. Время пребывания. Распределение времени пребывания.
37. Перемешивание в химических реакторах.
38. Характеристики качества перемешивания. Тестовые реакции.
39. Гетерогенные химические процессы.
40. Некаталитические химические процессы в системах газ-твердое и жидкость-твердое. Понятие о лимитирующей стадии процесса.
41. Некаталитические химические процессы в системах газ-жидкость и жидкость-жидкость.

При сдаче зачёта студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено» (если достигнут «пороговый» уровень освоения всех элементов компетенции), «не зачтено».