

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
декан естественно-
географического факультета


С.В. Жеглов
«30» августа 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Уровень основной профессиональной образовательной программы
Бакалавриат
Направление подготовки 04.03.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) подготовки НЕФТЕХИМИЯ

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП 4 года

Факультет естественно-географический

Кафедра химии

Рязань 2019

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины “Процессы и аппараты химических производств” является формирование компетенций студентов в области современных знаний по теоретическим основам устройства и конструирования аппаратов химической промышленности, подготовка специалистов пригодных к производственно-технологической, организационно-управленческой и педагогической деятельности.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина «Процессы и аппараты химических производств» относится к Блоку 1.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимо знать, уметь и владеть учебным материалом, формируемым предшествующими дисциплинами:

- Неорганическая химия
- Физико-химические методы исследования
- Аналитическая химия

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимо знать, уметь и владеть учебным материалом, формируемым данной учебной дисциплиной:

- Химическая технология

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

| № п/п | Номер/индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|-------|--------------------------|---|--|--|--|
| | | | Знать | Уметь | Владеть (навыками) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | ПК-8 | Способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач | синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций, перспективы ее развития химической науки; области применения химии в различных отраслях химического производства | проводить лабораторные исследования химических свойств веществ; решать новые, нестандартные задачи в рамках профессиональной деятельности; | химических исследований свойств веществ, описания наблюдаемых признаков реакции, синтеза неорганических веществ и исследования их химических свойств; навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы специальных данных и использовать ресурсы сети Интернет |
| 2 | ПК-9 | Владением навыками расчета основных технических показателей технологических процессов | методы расчета основных узлов и механизмов реакторов для химических процессов; | проводить анализ процесса, протекающего в реакторе; | методами разработки и расчета аппаратуры для его проведения. |
| 3 | ПК-10 | Способностью анализировать причины нарушений процессов технологического процесса и формулировать рекомендации по их | теоретические основы физико-математических дисциплин для решения конкретных задач; | управлять процессами и аппаратами химических производств; | определения оптимальных параметров для проведения процесса |

| | | | | | |
|---|-------|---|--|--|--|
| | | предупреждению и устранению | | | |
| 4 | ОПК-1 | способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач | разрабатывать учебно-методические материалы для реализации образовательных программ различного уровня и направленности, связанных с химией и смежными дисциплинами | навыками организации и проведения учебно-производственного процесса при реализации образовательных программ различного уровня естественно-научной направленности |

2.5. Карта компетенций дисциплины.

| КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|--|---|
| Процессы и аппараты химических производств | | | | | |
| Цель: формирование компетенций студентов в области современных знаний по теоретическим основам устройства и конструирования аппаратов химической промышленности, подготовка специалистов пригодных к научно-исследовательской, научно-производственной и проектной деятельности. | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции | | | | | |
| КОМПЕТЕНЦИИ | | Перечень компонентов | Технологии формирования | Форма оценочного средства | Уровни освоения компетенции |
| ИНДЕКС | ФОРМУЛИРОВКА | | | | |
| ПК-8 | Способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач | Знать синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций, перспективы ее развития химической науки; области применения химии в различных отраслях химического производства Уметь проводить лабораторные исследования химических свойств веществ; решать новые, нестандартные задачи в рамках профессиональной | Электронная презентация | Индивидуальное собеседование Подготовка к защите электронного реферата-презентации Зачет | <u>Пороговый</u> Знать о современных принципах работы химических и химико-фармацевтических производств и отдельных стадий технологического процесса; о реакционной аппаратуре химических производств; <u>Повышенный</u> уметь использовать принципы разработки технологических схем. |

| | | | | | |
|-------|--|---|---------------------------------|---|---|
| | | <p>деятельности; Владеть навыками химических исследований свойств веществ, описания наблюдаемых признаков реакции, синтеза неорганических веществ и исследования их химических свойств; навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы специальных данных и использовать ресурсы сети Интернет</p> | | | |
| ПК-9 | <p>Владением навыками расчета основных технических показателей технологических процессов</p> | <p>Знать методы расчета основных узлов и механизмов реакторов для химических процессов; Уметь проводить анализ процесса, протекающего в реакторе; Владеть методами разработки и расчета аппаратуры для его проведения.</p> | <p>Обзорная лекция, семинар</p> | <p>Индивидуальный устный отчет Зачет</p> | <p><u>Пороговый</u> знать методы расчета основных технических показателей технологических процессов <u>Повышенный</u> владеть навыками разработки и расчета аппаратуры для его проведения.</p> |
| ПК-10 | <p>Способностью анализировать причины нарушений процессов технологического процесса и</p> | <p>Знать теоретические основы физико-математических дисциплин для решения конкретных задач; Уметь управлять</p> | <p>Обзорная лекция, семинар</p> | <p>Индивидуальный устный отчет Зачет</p> | <p><u>Пороговый</u> знать теоретические основы расчета процессов химического производства <u>Повышенный</u> уметь управлять анализировать</p> |

| | | | | | |
|-------|---|---|--|--|---|
| | формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению | процессами и аппаратами химических производств; Владеть навыками определения оптимальных параметров для проведения процесса | | | причины нарушений процессов технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению |
| ОПК-1 | способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | Знать теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач Уметь разрабатывать учебно-методические материалы для реализации образовательных программ различного уровня и направленности, связанных с химией и смежными дисциплинами Владеть навыками организации и проведения учебно-производственного процесса при реализации образовательных программ различного уровня естественно-научной направленности | Электронная презентация Защита электронного реферата-презентации Работа в группах Резюме темы «Логическая цепочка» «Пересеченные темы» | Индивидуальный устный и письменный отчет – защита лабораторных работ, защита электронного реферата-презентации, тестирование экзамен | <u>Пороговый</u> Значение и сферы применения большинства органических соединений, о мерах безопасности при работе с органическими веществами, о вкладе видных ученых (зарубежных и отечественных) в развитие органической химии. <u>Повышенный</u> Выбирать методику проведения синтеза, выделения, очистки и идентификации индивидуального органического вещества |

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 5 (часов) |
|---|-----------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| .Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 36 | 36 |
| В том числе: | | |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Практических занятий (ПР) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа студента (всего) | 36 | 36 |
| В том числе: | | |
| <i>СРС в семестре:</i> | | |
| Подготовка к устному собеседованию по теоретическим разделам | 14 | 14 |
| Подготовка к защите электронных рефератов-презентаций | 14 | 14 |
| <i>СРС в период сессии:</i> | | |
| Подготовка к зачету | 8 | 8 |
| Вид промежуточной аттестации - зачет | | |
| ИТОГО: Общая трудоемкость | 72 часа | 72 часа |
| | 2 зач.ед | 2 зач.ед |

2. Содержание учебной дисциплины

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины | Содержание раздела в дидактических единицах |
|------------|-----------|---|---|
| 5 | 1 | Основные узлы и конструкции сушилок. Аппараты для перемешивания жидких сред. | Конвективные сушилки барабанного и псевдоожиженного типа. Основные узлы и конструкции сушилок барабанного, псевдоожиженного типа. Сушилки распылительного типа. Основные конструкции сушилок распылительного типа. |
| 5 | 2 | Конструкции химических реакторов. Биореакторы. Центрифуги. | Основные положения. Классификация химических реакторов. Влияние условий проведения процесса на выбор конструкционных материалов. Основные реакторы газ-жидкость. Реакторы гетерогенной системы жидкость-жидкость. Реакторы для системы газ-жидкость. |
| 5 | 3 | Смесители. Машины для дробления и измельчения. Аппараты для очистки газа: конструкции сухой и мокрой очистки. | Резиносмесители с овальными роторами. Конструкции основных узлов роторных смесителей. Машины для дробления в химической промышленности. Основные конструкции дробилок. Дробилки ударного действия. Измельчители в химической промышленности. Барабанные измельчители. |
| 5 | 4 | Машины и аппараты для разделения неоднородных сред. Теплообменное оборудование | Конструкции жидкостных фильтров. Трубопроводы. Основные положения. Конструкции. Новые конструкции теплообменников. Теплоотдача. Методика расчета теплообменных аппаратов. Выпарные установки. Конструкции выпарных |

2.2. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах) | | | | всего | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) |
|------------|-----------|---|---|----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | Л | ЛР | ПЗ/С | СРС | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | 1 | Основные узлы и конструкции сушилок. Аппараты для перемешивания жидких сред. | 4 | | 4 | 8 | 16 | 1 - 6 неделя: Индивидуальное собеседование Защита презентации |
| 5 | 2 | Конструкции химических реакторов. Биореакторы. Центрифуги. | 4 | | 4 | 10 | 18 | 6 - 8 неделя: Защита презентации Индивидуальное собеседование |
| 5 | 3 | Смесители. Машины для дробления и измельчения. Аппараты для очистки газа: конструкции сухой и мокрой очистки. | 6 | | 4 | 8 | 18 | 9 - 13 неделя: Индивидуальное собеседование Защита презентации |
| 5 | 4 | Машины и аппараты для разделения неоднородных сред. Теплообменное оборудование | 4 | | 6 | 10 | 20 | 14 - 18 неделя: Индивидуальное собеседование, Защита презентации |
| | | Разделы дисциплины №1-4 | 18 | - | 18 | 36 | 72 | ПрАг |
| | | ИТОГО за семестр | 18 | - | 18 | 36 | 72 | Зачет |

2.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен.

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены по учебному плану.

3. Самостоятельная работа студента

3.1. Виды СРС

| № семестра | № раздела | Наименование раздела учебной дисциплины (модуля) | Виды СРС | Всего часов |
|------------|-----------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 1 | Основные узлы и конструкции сушилок. Аппараты для перемешивания жидких сред. Способы перемешивания. Конструкции механических перемешивающих устройств. Расчет перемешивающих устройств. | Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к зачету | 2 1 2 1 2 |
| 5 | 2 | Конструкции химических реакторов. Биореакторы. Центрифуги. Барботажные биореакторы. Основные конструкции барботажных биореакторов и их расчет. Газлифтные биореакторы. Основные конструкции газлифтных биореакторов и их расчет. Основные положения. Центрифуги периодического действия. Основные конструкции центрифуг. Конструкция горизонтальной центрифуги. | Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к зачету | 1 2 2 1 1 1 2 |
| 5 | 3 | Смесители. Машины для дробления и измельчения. Аппараты для очистки газа: конструкции сухой и мокрой очистки. Дробилки ударного действия. Измельчители в химической промышленности. Барабанные измельчители. Измельчители раздавливающего и истирающего действия. | Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к зачету | 2 1 2 1 2 |
| 5 | 4 | Машины и аппараты для разделения не однородных сред. Теплообменное оборудование Конструкции жидкостных фильтров. Трубопроводы. | Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к индивидуальному собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к зачету | 1 2 2 1 |

| | | | | |
|--|--|---|---|-------------|
| | | Методика расчета теплообменных аппаратов. Выпарные установки. Конструкции выпарных установок. | собеседованию Подготовка к защите электронного реферата-презентации Подготовка к зачету | 1 1 2 |
| | | ИТОГО в семестре: | | 36 |

Темы рефератов

1. Методы нагревания в химическом производстве.
2. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора.
3. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией раствора.
4. Основные массообменные процессы в химическом производстве.
5. Тепловые процессы в химическом производстве.
6. Процесс ректификации.
7. Экстракционные аппараты для выщелачивания.
8. Адсорбционные установки в химическом производстве.
9. Процесс сушки в химическом производстве.

3.2. График работы студента

Семестр № 5

| Форма оценочного средства | Условное обозначение | Номер недели | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Собеседование | Сб | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Реферат (защита электронного реферата-презентации) | Реф | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

3.3. Перечень примерных вопросов для самостоятельной работы обучающихся по различным темам

1. Каковы цели и задачи дисциплины «Процессы и аппараты химических производств»?
2. В чем состоит общность производственных процессов химической технологии?
3. Как классифицируют основные процессы и аппараты химической технологии?
4. Какова роль процессов и аппаратов химической технологии в решении экологических проблем?
5. Назовите основные направления научно-технического прогресса в химической промышленности.
6. Укажите пути улучшения технико-экономических показателей в химических производствах.
7. Выразите закон сохранения массы для многокомпонентной системы.
8. Приведите выражения материальных балансов для стационарных и нестационарных процессов.
9. Составьте уравнение теплового баланса аппарата.
10. Сформулируйте правило фаз Гиббса.
11. Напишите основное уравнение переноса массы, энергии и импульса.
12. В чем заключается принцип моделирования процессов?
13. Как преобразовывают дифференциальные уравнения, описывающие процесс, методами теории подобия?
14. Перечислите определяющие и определяемые критерии теплового и гидродинамического подобия. Укажите их физический смысл.
15. Что понимают под средним временем пребывания частиц потока в аппарате, от чего оно зависит и как определяется?
16. Сопоставьте идеализированные модели структуры потоков.
17. Приведите классификацию компрессорных машин по степени сжатия и величине создаваемого давления. Сопоставьте достоинства и недостатки компрессоров различных типов.
18. Как рассчитать производительность компрессора? Охарактеризуйте коэффициент подачи.
19. Чем обусловлена необходимость многоступенчатого сжатия?
20. Как осуществляется охлаждение газа, сжимаемого в компрессоре?
21. Как определяют энергию, расходуемую в компрессорных процессах?
22. Сформулируйте принцип действия роторных компрессоров.
23. В чем отличие вакуум-насосов от компрессоров?
24. Назовите величину давления, создаваемого центробежными вентиляторами, турбогазовдувками, турбокомпрессорами.
25. Перечислите основные факторы, которые следует учитывать при выборе метода разделения неоднородных систем?
26. Как определить скорость свободного осаждения твердых частиц? Расскажите об устройстве отстойников.
27. Получите уравнение для определения поверхности осаждения отстойника.
28. Что является движущей силой процесса фильтрования?
29. Опишите устройство и принцип работы барабанного вакуум-фильтра?
30. Напишите основное уравнение фильтрования. Как определяют константы фильтрования?
31. Опишите устройство рамного фильтр-пресса. Назовите основные достоинства и недостатки.
32. Дайте сравнительную технико-экономическую оценку процессам разделения суспензий в центрифуге и на фильтре.
33. Что такое фактор разделения в процессах осаждения под действием центробежных

сил?

34. Как влияют размеры циклона и скорость газового потока на степень очистки газа? В каких случаях применяют батарейные циклоны?
35. Назовите промышленные способы обеспыливания газов. Какую степень очистки они могут обеспечить?
36. Укажите пути интенсификации процессов разделения жидких и газовых неоднородных систем.
37. Каково промышленное значение процесса перемешивания? Сделайте сравнительный анализ способов перемешивания.
38. Сформулируйте понятия интенсивности и эффективности перемешивания.
39. Напишите обобщенное критериальное уравнение для процессов перемешивания жидких сред.
40. Опишите виды движения жидкости в аппарате с механической мешалкой.
41. Как определить расход энергии на перемешивание?
42. Назовите основные типы мешалок и области их применения.
43. Какие виды переноса теплоты участвуют в теплообменных процессах?
44. Сформулируйте понятие температурного градиента.
45. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
46. Сделайте вывод дифференциального уравнения теплопроводности в неподвижной среде.
47. Напишите уравнение теплопроводности однослойной плоской стенки.
48. Что называют теплоотдачей? В каких единицах измеряется коэффициент теплоотдачи?
49. Объясните механизм конвективного теплообмена.
50. Какими методами можно интенсифицировать процесс теплоотдачи в движущемся потоке?
51. Назовите критерии теплового подобия.
52. Укажите особенности теплоотдачи при конденсации насыщенных паров.
53. Что понимают под критической разностью температур при кипении?
54. Как влияет взаимное направление теплоносителей на движущую силу процесса теплопередачи?

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Основная литература

| № | Авторы Наименование , год и место издания | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров | |
|---|---|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
| | | | | В библиотеке | На кафедре |
| 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Баранов, Д.А. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — | 1-4 | 5 | ЭБС | |

| | | | | | |
|---|--|-----|---|-----|--|
| | Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98234 . — Загл. с экрана. | | | | |
| 2 | Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс] : учеб. / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 604 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91289 . — Загл. с экрана. | 1-4 | 5 | ЭБС | |
| 3 | Химико-технологические процессы : учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 359 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05506-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E87E330F-8102-4921-9D7C-9C28D3FB38DD . | 1-4 | 5 | ЭБС | |
| 4 | Комиссаров, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. В 5 ч. Часть 1-5 : учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05635-8. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/65268B98-9F0C-4A3E-806E-25B909C6FC9C . | 1-4 | 5 | ЭБС | |

5.2. Дополнительная литература

| № | Наименование | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров | |
|---|---|------------------------------------|---------|------------------------|------------|
| | | | | В библиотеке | На кафедре |
| 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Гаврилов, А.Н. Средства и системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 376 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91893 . — Загл. с экрана. | 1-4 | 5 | ЭБС | |

| | | | | | |
|---|---|-----|---|-----|--|
| 2 | Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 716 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91879 . — Загл. с экрана. | 1-4 | 5 | ЭБС | |
| 3 | Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 200 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87592 . — Загл. с экрана. | 1-4 | 5 | ЭБС | |

5.3 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Доступ зарегистрированным пользователям по паролю. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.10.2016).
2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2016).
4. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
5. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 15.10.2016).
6. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 15.10.2016).
7. Электронный каталог НБ РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах литературы, поступающих в фонд НБ РГУ имени С. А. Есенина. – Рязань, [1990 -]. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru/marc>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
8. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. ChemNet. Россия [Электронный ресурс] : химическая информационная сеть. – Режим доступа: www.chemnet.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
2. ChemPort.Ru [Электронный ресурс] : портал. – Режим доступа: www.chemport.ru, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
3. ABC Chemistry [Электронный ресурс] : бесплатный полнотекстовый каталог журналов по химии. – Режим доступа: <http://abc-chemistry.org/index.html>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).
4. ChemSpider [Электронный ресурс] : база данных химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании. – Режим доступа: <http://www.chemspider.com/>, свободный (дата обращения: 15.10.2016).

6. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории

Аудитории, оборудованные мультимедийными проекторами, системными блоками, интерактивная доска используемые в учебном процессе.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: стандартное оборудование для учебной аудитории.

6.3. Требования к специализированному оборудованию:

Специализированные химические лаборатории, оборудованные наборами необходимых реактивов и химической посудой.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---------------------|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| Реферат | <p>Электронные презентации теоретического материала – проблемные лекции в форме электронной презентации с последующим кратким обсуждением и подведением итогов работы (технология «заключительного слова»), направленным на обобщение, толкование и интерпретацию материала</p> <p>Электронные рефераты-презентации – исследование, интерпретация и демонстрация материала по выбранной проблематике с последующим анализом, дискуссией, оппонированием, и оценкой. Ориентированы на индивидуальное интеллектуальное и творческое развитие. Также выступает как одна из форм групповой работы по:</p> <ul style="list-style-type: none"> - единой проблеме и одинаковым вопросам; - различным проблемам; - общей проблеме, но различным ее аспектам. <p>Направлены на фиксацию, рецензирование, систематизацию, демонстрацию фактического материала и составление суждения с</p> |

| | |
|---------------------|--|
| | последующим обсуждением в группе. |
| Подготовка к зачету | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. |

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10. Требования к программному обеспечению учебного процесса

| Название ПО | № лицензии |
|--|--|
| MS Windows Professional Russian | 47628906 |
| Антивирус Kaspersky Endpoint Security | договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г. |
| Офисное приложение Libre Office | свободно распространяемое ПО |
| Архиватор 7-zip | свободно распространяемое ПО |
| Браузер изображений Fast Stone ImageViewer | свободно распространяемое ПО |
| PDF ридер Foxit Reader | свободно распространяемое ПО |
| Медиа проигрыватель VLC mediaplayer | свободно распространяемое ПО |
| Запись дисков Image Burn | свободно распространяемое ПО |
| DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in | свободно распространяемое ПО |

11. Иные сведения

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|-------|---|---|----------------------------------|
| 1. | Основные узлы и конструкции сушилок. Аппараты для перемешивания жидких сред. | ПК-8 ПК-9ПК-10 ОПК-1 | Зачет |
| 2. | Конструкции химических реакторов. Биореакторы. Центрифуги. | ПК-8 ПК-9ПК-10 ОПК-1 | Зачет |
| 3. | Смесители. Машины для дробления и измельчения. Аппараты для очистки газа: конструкции сухой и мокрой очистки. | ПК-8 ПК-9ПК-10 ОПК-1 | Зачет |
| 4 | Машины и аппараты для разделения не однородных сред. Теплообменное оборудование | ПК-8 ПК-9ПК-10 ОПК-1 | Зачет |

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

| Индекс компетенции | Содержание компетенции | Элементы компетенции | Индекс элемента |
|--------------------|---|---|-----------------|
| ПК-8 | Способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач | знать | |
| | | | ПК8 31 |
| | | синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций, перспективы ее развития; области применения в различных отраслях химического производства | |
| | | уметь | |
| | | | ПК8 У1 |
| | | проводить лабораторные исследования химических свойств веществ; решать новые, нестандартные задачи в рамках профессиональной деятельности; | |
| | | Владеть | |

| | | | |
|--------------|--|--|---------------------|
| | | комплексным и сравнительным анализом состава, строения и химических свойств химических соединений | ПК8 В1 |
| ПК-9 | Владением навыками расчета основных технических показателей технологических процессов | знать | |
| | | методы расчета основных узлов и механизмов реакторов для химических процессов; | ПК9 31 |
| | | уметь | |
| | | проводить анализ процесса, протекающего в реакторе; | ПК9 У1 |
| | | Владеть | |
| | | методами разработки и расчета аппаратуры для его проведения. | ПК9 В1 |
| ПК-10 | Способностью анализировать причины нарушений параметров процессов технологического процесса и формулировать рекомендации по их предупреждению и устранению | знать | |
| | | теоретические основы физико-математических дисциплин для решения конкретных задач; | ПК10 31 |
| | | уметь | |
| | | управлять процессами и аппаратами химических производств | ПК 10 У1 |
| | | Владеть | |
| | | определения оптимальных параметров для проведения процесса | ПК 10 В1 |
| ОПК-1 | способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | Знать | |
| | | теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач | ОПК1 31 |
| | | Уметь | |
| | | разрабатывать учебно-методические материалы для реализации образовательных программ различного уровня и направленности, связанных с химией и смежными дисциплинами | ОПК1 У1 |
| | | владеть | |
| | | навыками организации и проведения учебно-производственного процесса при | ОПК1 В1 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | реализации образовательных программ различного уровня естественно-научной направленности | |
|--|--|--|--|

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

| № | *Содержание оценочного средства | Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов |
|-----|--|---|
| 1. | Классификация процессов и аппаратов химической технологии. | ПК 8 В1 ПК 8 У1 |
| 2. | Основное кинетическое уравнение явлений переноса. | ПК8 У1 ПК9 З1 |
| 3. | Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. | ПК9 В1 |
| 4. | Параметры состояния и свойства жидкостей и газов. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 5. | Гидродинамика. Классификация потоков и их характеристики. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 6. | Уравнения объемного и массового расходов. Частные случаи уравнения неразрывности потока. | ПК9 З1 ПК9 У1 |
| 7. | Режимы движения жидкости. Структура потоков. | ПК8 У1 ПК8 З1 |
| 8. | Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкостей. | ПК10 З1 ОПК1 У1 |
| 9. | Практическое применение уравнения Бернулли. | ОПК1 З2 ПК9 В1 |
| 10. | Критерии гидродинамического подобия. | ПК8 У1 ПК9 З1 |
| 11. | Потери давления на прямых участках трубопроводов и их расчет. | ПК9 В1 |
| 12. | Потери давления на местных сопротивлениях и их расчет. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |

| | | |
|-----|---|----------------------------|
| 13. | Расчет гидравлического сопротивления трубопроводов. | ПК9 У1 ПК9 В1 ПК9 З1 |
| 14. | Насосы. Их классификация и области применения. | ПК10 У1 |
| 15. | Параметры (характеристики) работы насосов. | ПК10 У1 |
| 16 | Напор насоса и его определение. Высота всасывания насоса. Определение допустимой высоты всасывания. Центробежный насос. Его конструкция и принцип действия. | ПК10 У1 ПК10 В1 |
| 16. | Рабочая точка насоса и ее определение. | ПК9 З1 ПК9 В1 ПК9 У1 |
| 17. | Компрессорные машины. Классификация и область применения. | ПК2 З1 ПК2 У1 ПК10 В1 |
| 18. | Гетерогенные системы. Их классификация, место и роль в технологических процессах. | ОПК1 У1 ОПК1 В1 |
| 19. | Движение тел в жидкости. Расчет силы сопротивления. | ПК10 У1 ПК 10 В1 |
| 20. | Фильтрование. Общая характеристика процесса и его движущая сила. Классификация осадков, образующихся при фильтровании. | ПК8 З1 ПК8 В1 |
| 21. | Классификация и выбор фильтровальных перегородок. | ОПК1 З1 ОПК1 В1 |
| 22. | Основное уравнение фильтрования. | ПК9 У1 ПК9 В1 |
| 23. | Классификация фильтров. Основные рекомендации по применению фильтров. | ОПК1 В21 ОПК1 З1 |
| 24. | Разделение в поле центробежных сил. | ПК8 З1 ПК8 В1 |
| 25. | Центробежный фактор разделения | ПК8 У1 ПК8 З1 |
| 26. | Циклон. Конструкция и принцип действия. | ПК8 У1 ПК8 З1 |
| 27. | Центрифуги. Их классификация и основные рекомендации по применению . | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 28. | Тонкая очистка газов в скрубберах и электрофильтрах. | ПК 8 В1 ПК 8 У1 |
| 29. | Перемешивание жидких сред. Механические мешалки. | ПК8 У1 ПК9 З1 |
| 30. | Классификация теплообменных процессов. Их роль | ПК9 В1 |

| | | |
|-----|--|--------------------------------|
| | и место в технологиях. | |
| 31. | Перенос тепла теплопроводностью. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 32. | Конвективный теплообмен. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 33. | Уравнение теплоотдачи. | ПК9 З1 ПК9 У1 |
| 34. | Критерии теплового подобия. | ПК8 У1 ПК8 З1 |
| 35. | Теплоотдача в теплоносителе, не изменяющем агрегатного состояния. | ПК10 З1 ОПК1 У1 |
| 36. | Теплоотдача при конденсации пара. | ОПК1 З1 ПК9 В1 |
| 37. | Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. | ПК8 У1 ПК9 З1 |
| 38. | Взаимосвязь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи. | ПК9 В1 |
| 39. | Движущая сила теплопередачи. Расчет средней движущей силы теплопередачи. | ПК8 З1 ПК8 У1 ПК8 В1 |
| 40. | Теплообменные аппараты и их классификации. Тепловые балансы. | ПК9 У1 ПК9 В1 ПК9 З1 |
| 41. | Кожухотрубчатые теплообменники. | ПК10 У1 |
| 42. | Выпаривание. Назначение процесса и методы его проведения. Материальный баланс выпарного аппарата. Температура кипения раствора при выпаривании. Температурные депрессии. | ПК10 У1 |

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ (Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на экзамене оцениваются по шкале - по пятибалльной шкале.

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Отлично» (5) / «зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) / «зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) / «зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) / «не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.