

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

проф. А. В. Бурмистров

« 14 » 09 2018 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.8.2 «Оборудование заводов органического синтеза»

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Химическая технология органических веществ

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Программа подготовки академ. бакалавриат

Форма обучения заочная

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологии, факультет нефти и нефтехимии

Кафедра-разработчик рабочей программы - Технология основного органического и нефтехимического синтеза

Курс, семестр 4,5; 8, 9

|                        | Часы                           | Зачетные единицы |
|------------------------|--------------------------------|------------------|
| Лекции                 | 7                              |                  |
| Практические занятия   | 6                              |                  |
| Семинарские занятия    |                                |                  |
| Лабораторные занятия   | 8                              |                  |
| Самостоятельная работа | 114                            |                  |
| Форма аттестации       | Экзамен,<br>2 контр.<br>работы |                  |
| Всего                  | 144                            | 4                |

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11 августа 2016 г по направлению 18.03.01 «Химическая технология».  
для профиля «Химическая технология органических веществ», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017, 2018 годов

Типовая программа дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза» отсутствует

Разработчик программы:  
профессор



Ф.Р. Гариева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТООНС протокол от 01.09. 2018. г. № 1.

Зав. кафедрой



С.В.Бухаров

### УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета нефти и нефтехимии  
от 07.09.2018 г. № 1.

Председатель комиссии, профессор



Н.Ю.Башкирцева

Начальник УМЦ



Л.А. Китаева

### 1. Цели освоения дисциплины

- а) получение студентами знаний в области устройства оборудования предприятий органического синтеза
- б) приобретении студентами теоретических знаний и навыков инженерных расчетов материального и теплового балансов химико-технологических процессов и основных типов реакционного и разделительного оборудования;
- в) обучение способам применения полученных знаний при проектировании химических производств, при проведении технико-технологических расчетов химического оборудования; при выполнении выпускных квалификационных работ.
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в химических реакторах, аппаратах для разделения многокомпонентных смесей.
- д) формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оборудование заводов органического синтеза» относится к вариативной части дисциплин ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Химическая технология органических веществ» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза» бакалавр по профилю подготовки «Химическая технология органических веществ» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 - *Математика*
- б) Б1.Б.7- *Информатика*
- в) Б1.Б.19- *Общая химическая технология*
- г)-Б1.Б.20- *Процессы и аппараты химической технологии*
- д) Б1.Б.22 *Химические реактора*
- е) Б1.В.ОД.8- *Дополнительные главы процессов и аппаратов химических технологий*
- ж) Б1.В.ОД.12-*Теория химических процессов органического синтеза*
- з) Б1.В.ОД.13-*Химия и технология органических веществ*
- и) Б1.В.ОД.14- *Технология органического синтеза*
- к) Б1.В.ДВ.10-*Инженерные расчеты оборудования производств органического синтеза*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, при выполнении выпускных квалификационных работ., могут быть использованы в научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Химическая технология органических веществ»

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию ;

ПК-2–готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:****1) Знать:**

- назначение, принцип действия и устройство химического оборудования органических производств;
- особенности устройства и конструирования основного и вспомогательного оборудования;
- методы составления материальных и тепловых балансов основных процессов;
- методы расчёта основного и вспомогательного оборудования.
- компьютерные технологии при проектировании.

**2) Уметь**

- выполнять технологические расчёты основного оборудования;
- подбирать оптимальные виды оборудования по результатам их технологического расчёта;
- выполнять анализ работы действующего оборудования и выбирать пути модернизации и совершенствования оборудования;
- выполнять расчеты на прочность наиболее ответственных узлов аппаратов и выбирать способы защиты от коррозии;
- работать с нормативно-техническими документами и выбирать оборудование в соответствующих каталогах, нормалях, справочниках.
- оценивать работу оборудования в соответствии с технологическим регламентом производства;
- использовать пакеты прикладных программ при выполнении проектных работ;
- уметь разрабатывать нормы выработки, рассчитывать технологические характеристики процесса (конверсия, селективность);
- разрабатывать технологическую обвязку оборудования.

**3) Владеть :**

- методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;
- навыками проектирования аппаратов химической промышленности;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами конструктивного расчета оборудования.
- владеть новейшими достижениями по разработке нового оборудования;
- знаниями для решения производственных задач;
- знаниями для решения проектных задач.

**4. Структура и содержание дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| №<br>п/п | Раздел<br>дисципли-<br>ны | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                                                       |                             |     | Оценочные<br>средства для<br>проведения<br>промежу-<br>точной атте-<br>стации по<br>разделам |
|----------|---------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                           |         | Лек-<br>ция                      | Семи-<br>нар<br>(Прак-<br>тичес-<br>кое за-<br>нятие) | Лабора-<br>торные<br>работы | СРС |                                                                                              |
| 1        | Введение.                 | 8       | 0,5                              |                                                       |                             |     |                                                                                              |

|                  |                                                                                                |        |        |   |   |          |                                                                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---|---|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 2                | Тема1<br>Материалы<br>для для<br>хими-<br>ческого<br>оборудо-<br>вания                         | 8      | 0,5    |   |   | 5        | Контрольная<br>работа №1,                                       |
| 3                | Тема 2 Рас-<br>чет и кон-<br>структивное<br>оформление<br>реакцион-<br>ных узлов               | 8<br>9 | 2<br>1 | 3 | 4 | 10<br>43 | Контрольная<br>работа №1,<br>прием рас-<br>четных зада-<br>ний  |
| 4                | Тема3. Теп-<br>лообменное<br>оборудова-<br>ние                                                 | 9      | 1      | 2 |   | 20       | Контрольная<br>работа №2,                                       |
| 5                | Тема4.<br>Оборудова-<br>ние для раз-<br>деления уг-<br>леводород-<br>ных смесей.               | 9      | 1      |   | 2 | 15       | Прием рас-<br>четного зада-<br>ния,<br>контрольная<br>работа №2 |
| 6                | Тема 5<br>Вспомога-<br>тельное<br>оборудова-<br>ние                                            | 9      | 0,5    | 1 | 1 | 15       | Контрольная<br>работа №2                                        |
| 7                | Тема 6 Вы-<br>бор и рас-<br>чет основ-<br>ного и<br>вспомогат-<br>ельного<br>оборудова-<br>ния | 9      | 0,5    |   | 1 | 6        | Расчетные<br>задания                                            |
| Форма аттестации |                                                                                                |        |        |   |   |          | Экзамен,<br>2контр. рабо-<br>ты                                 |

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

| № п/п | Раздел дисциплины                                   | Часы | Тема лекционного занятия                                                                                                            | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Формируемые компетенции |
|-------|-----------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1     | Введение.                                           | 0,5  | Введение                                                                                                                            | Общая характеристика реакционной аппаратуры производства ООС. Роль инженеров – технологов в совершенствовании технологии и проектировании производств органических веществ. Особенности аппаратного оформления процессов производств органических веществ. Классификация оборудования. Требования, предъявляемые к оборудованию. Рекомендуемая литература.                                                                                                                                                                                                  | ОК-7                    |
| 2     | Тема1<br>Материалы для для химического оборудования | 0,5  | Основные свойства материалов. Углеродистые стали. Чугун и цветные металлы. Материалы неорганического и органического происхождения. | . Конструкционные материалы в химическом машиностроении. Выбор материалов для оборудования производств основного органического синтеза. Определение стали. Углеродистые стали. Низкоуглеродистая, среднеуглеродистая и высокоуглеродистая сталь. Ползучесть, релаксация, графитизация, межкристаллическая коррозия, тепловая хрупкость, хладоломкость стали. Коррозионная стойкость металла. Группы стойкости в зависимости от скорости коррозии. Углеродистые стали обыкновенного качества и качественные углеродистые стали. Их условное обозначение. Со- | ОК7,                    |

|   |                                                             |   |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |
|---|-------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|   |                                                             |   |                                                                                                                       | <p>держание углерода в обозначении стали. Низколегированные, среднелегированные и высоколегированные стали. Нержавеющая сталь. Условное обозначение легированных сталей. Отличие в обозначении от углеродистых сталей. Плакирование металла.</p> <p>Химический состав чугуна. Ферросилид. Антитхлор. Его применение для оборудования. Цветные металлы и их сплавы для изготовления оборудования. Медь, латунь, бронза, алюминий, силумин, никель, свинец, титан, тантал.</p> <p>Материалы неорганического происхождения. Андезит, керамика, диабаз, стекло, эмаль. Материалы органического происхождения. Фаолит, асбосилин, стекловолокниты, текстолит, винипласт, полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, графит, резина, эбонит. Гуммирование.</p> |            |
| 3 | Тема 2 Расчет и конструктивное оформление реакционных узлов | 3 | Химические реакторы для гомогенных, гетерофазных и гетерогенных процессов органического синтеза, конструкции, расчет. | <p>Основные проблемы выбора и расчета реакторов, общие указания по их выбору. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Моделирование реакторов. Принципы выбора периодических, непрерывных и полупериодических схем процессов. Материальные и тепловые балансы для непрерывных и периодических процессов. Периодические и полу-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ОК-7,ПК-2, |

|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  | <p>периодические реакторы, аппаратное оформление (полые реакторы, снабженные выносными, центробежными насосами, аппараты с мешалкой). Теплообмен в химических реакторах, классификация методов подвода и отвода тепла и организация теплообмена. Теплоносители и хладагенты, их характеристики, преимущества и недостатки .</p> <p>Баланс времени периодического реактора. Расчет изотермических периодических реакторов. Материальный баланс идеальных гомогенных реакторов (характеристические уравнения). Материальные балансы периодического идеального реактора, непрерывного реактора идеального вытеснения, непрерывного реактора идеального смешения, каскада реакторов идеального смешения. Общее уравнение теплового баланса реакторов. Расчеты неизотермических периодических реакторов по кинетическим данным. Адиабатические реактора, их расчет. Политермические реактора, тепловой баланс, расчет. Программно-регулируемые периодические реакторы, тепловой баланс. Температурные профили различных типов реакторов.</p> <p>Непрерывные реакторы для гомогенных и гомофазных процессов. Примеры аппаратов в производстве органических</p> |  |
|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |                                                           |   |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |
|---|-----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|   |                                                           |   |                                                                                        | веществ. Аппаратурное оформление. Расчет непрерывных, идеальных изотермических гомогенных реакторов. Расчет гидравлического сопротивления. Расчет периодических и непрерывных гомогенных реакторов по данным действующих установок. Реакторы для проведения гетерогенно-каталитических процессов. Контактно-каталитические реакторы, гетерофазные реактора наиболее распространенные в технологии органических веществ |      |
| 4 | Тема3. Теплообменное оборудование                         | 1 | Теплообменники конструкции, расчет                                                     | Принципы проектирования узла теплообменного аппарата. Принцип действия теплообменников смешения (барботеры, градирни, конденсаторы смешения, ребойлеры. Аппараты воздушного охлаждения, конденсаторы. Преимущества и недостатки воздушного охлаждения по сравнению с водяным. Конструкции аппаратов воздушного охлаждения Расчеты теплообменного оборудования Основы расчета аппаратов воздушного охлаждения.          | ПК-2 |
| 5 | Тема4. Оборудование для разделения углеводородных смесей. | 1 | Ректификация многокомпонентных смесей. Разделение смесей методом абсорбции, экстракции | Использование массообменных процессов для разделения многокомпонентных смесей. Ректификационные колонны. Контактные устройства: типы, назначение, отличительные особенности. Устройства тарельчатых аппаратов, виды тарелок. Эффективность работы, достоинства и недостатки. Новые разработки. Наса-                                                                                                                   | ПК-2 |

|   |                                                                 |     |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|---|-----------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|   |                                                                 |     |                                                          | дочные колонны, устройство, типы насадок. Современные разработки. Методы расчетов материального баланса ректификационной колонны. Расчет температуры верха и низа колонны. Расчет минимального флегмового числа по методу Андервуда. Расчет числа теоретических тарелок по методу Фенске-Джиллиленда. Тепловой баланс ректификационной колонны.                                                 |      |
| 6 | Тема 5 Вспомогательное оборудование.                            | 0,5 | Характеристика вспомогательного оборудования, расчет     | Емкостная аппаратура, виды, расчет. Мерники, отстойники, гидрозатворы, емкости, счетчики, измерители расхода жидкостей и газов. Расчет. Общая характеристика насосов. Центробежные насосы. Преимущества и недостатки. Расчет. Поршневые насосы. Преимущества и недостатки. Вентиляторы. Классификация, расчет. Сравнительная характеристика центробежного и плунжерного насосов. Подбор насосов | ПК-2 |
| 7 | Тема 6 Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования | 0,5 | Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования | Нормативно-техническая документация для расчетов и эксплуатации машин и аппаратов. Основные расчетные параметры. Основы механического расчета химической аппаратуры. Типовые узлы и детали химических машин и аппаратов. Проектирование и расчет на прочность элементов химических аппаратов.                                                                                                   | ПК2  |

## 6. Содержание семинарских, практических занятий .

Учебным планом профиля Химическая технология органических веществ предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине **«Оборудование заводов органического синтеза»**

Цель практических занятий: закрепить навыки инженерных расчетов в области химической технологии; приобретение навыков, сбора информации и её анализа; формирование творческих способностей, продуктивного мышления, воображения, познавательной мотивации, лидерских качеств.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает изучение теоретического материала по теме занятия с использованием рекомендованной литературы и конспектов лекций, а также электронных образовательных ресурсов.

### Семестр 9

| №<br>п/п | Раздел дисциплины                                            | Часы        | Тема практического занятия                                                                                                                                             | Формируемые компетенции |
|----------|--------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1        | Тема 2 Расчет и конструктивное оформление реакционных узлов. | 1<br>1<br>1 | Характеристики технологического процесса<br>Расчет гетерогенно-каталитических реакторов<br>Расчет гомогенных реакторов химических реакторов по математическим моделям- | ПК2                     |
| 2        | Тема3. Теплообменное оборудование                            | 2           | Расчет аппарата воздушного охлаждения                                                                                                                                  | ПК2                     |
| 3        | Тема 5 Вспомогательное оборудование.                         | 1           | Расчет емкостей для периодического и непрерывного процессов                                                                                                            | ПК2                     |

## 7. Содержание лабораторных занятий.

Учебным планом подготовки бакалавров предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине **«Оборудование заводов органического синтеза»**

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося вопросов проектирования химических производств, расчета теплообменного оборудования, реакторов, а также выработка студентами определенных умений, связанных с освоением методик расчетов оборудования и навыков, связанных с грамотным выполнением выпускной квалификационной работы с использованием компьютерной техники.

Семестр 9

| /п | Раздел дисциплины                                               | Часы                     | Наименование лабораторной работы                                                                                                                                                          | Формируемые компетенции      |
|----|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 2  | Тема 2 Расчет и конструктивное оформление реакционных узлов     | 0,5<br>1,5<br>1,5<br>0,5 | Расчет расходных коэффициентов<br>Материальный баланс химического реактора.<br>Материальные балансы непрерывных рециркуляционных процессов<br>Расчет гетерогенно-каталитических реакторов | ПК-2<br>ПК-2<br>ПК-2<br>ПК-2 |
| 3  | Тема 4. Оборудование для разделения углеводородных смесей.      | 2                        | Расчет материального баланса ректификации многокомпонентной смеси                                                                                                                         | ПК-2                         |
|    | Тема 5 Вспомогательное оборудование                             | 1                        | Расчет насоса                                                                                                                                                                             | ПК-2                         |
| 1  | Тема 6 Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования | 1                        | Расчет на прочность основных элементов реактора - котла с рубашкой.                                                                                                                       | ПК2                          |

Лабораторные работы проводятся в лаборатории Е-412, оснащенной десятью персональными компьютерами Pentium 4.,

- б) имеются методическое пособие, справочная литература
- в) образцы отчетов по лабораторным работам.

### 8. Самостоятельная работа бакалавра

Планируемое содержание самостоятельной работы бакалавра при изучении дисциплины **«Оборудование заводов органического синтеза»** представлено в таблице

| Темы, выносимые на самостоятельную работу                                                        | Часы | Форма СРС*                                                | Формируемые компетенции |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Семестр 8                                                                                        |      |                                                           |                         |
| Тема 1. Конструкционные материалы в химическом машиностроении. Выбор материалов для оборудования | 5    | Проработка теоретического материала для подготовки к кон- | ОК-7                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                               |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|--|
| <p>производств основного органического синтеза. Материалы для изготовления нефтехимического оборудования. Определение стали. Углеродистые стали. Низкоуглеродистая, среднеуглеродистая и высокоуглеродистая сталь. Ползучесть, релаксация, графитизация, межкристаллическая коррозия, тепловая хрупкость, хладоломкость стали. Коррозионная стойкость металла. Группы стойкости в зависимости от скорости коррозии.</p> <p>Углеродистые стали обыкновенного качества и качественные углеродистые стали. Их условное обозначение. Содержание углерода в обозначении стали. Низколегированные, среднелегированные и высоколегированные стали. Нержавеющая сталь. Условное обозначение легированных сталей. Отличие в обозначении от углеродистых сталей. Плакирование металла.</p> <p>Химический состав чугуна. Ферросилид. Антихлор. Его применение для оборудования. Цветные металлы и их сплавы для изготовления оборудования. Медь, латунь, бронза, алюминий, силумин, никель, монель, хастеллой, свинец, титан, тантал.</p> <p>Материалы неорганического происхождения. Андезит, керамика, диабаз, стекло, эмаль. Материалы органического происхождения. Фаолит, асбовинил, стекловолокниты, текстолит, винипласт, полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, графит, резина, эбонит. Гуммирование.</p> |  | <p>трольной работе<br/>№1</p> |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                                                                                                   |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Тема2.Основные проблемы выбора и расчета реакторов, общие указания по их выбору. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Моделирование реакторов. Принципы выбора периодических, непрерывных и полупериодических схем процессов. Материальные и тепловые балансы для непрерывных и периодических процессов. Периодические и полупериодические реакторы, аппаратное оформление (полые ректоры, снабженные выносными, центробежными насосами, аппараты с мешалкой). Теплообмен в химических реакторах, классификация методов подвода и отвода тепла и организация теплообмена. Теплоносители и хладагенты, их характеристики, преимущества и недостатки . Баланс времени периодического реактора. Расчет изотермических периодических реакторов. Материальный баланс идеальных гомогенных реакторов (характеристические уравнения). Материальные балансы периодического идеального реактора, непрерывного реактора идеального вытеснения, непрерывного реактора идеального смешения, каскада реакторов идеального смешения, каскада реакторов идеального смешения | 10 | Проработка теоретического материала для подготовки к контрольной работе №1                                                        | ОК7, ПК2 |
| Семестр 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                   |          |
| Тема2 Тепловой баланс химического реактора по данным действующих установок. Общее уравнение теплового баланса реакторов. Расчеты неизотермических периодических реакторов по кинетическим данным. Адиабатические реактора, их расчет для простых и сложных реакций. Политермические реактора, теп-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 43 | Проработка теоретического материала для подготовки к выполнению расчётных заданий, выполнение расчетных заданий и их оформление . | ОК7, ПК2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |                                                                                                                                                                           |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <p>ловой баланс, расчет. Программно-регулируемые периодические реакторы, тепловой баланс. Температурные профили различных типов реакторов. Применение ЭВМ. Расчет реакторов по данным действующих установок. Контактно-каталитические реакторы, наиболее распространенные в технологии органических веществ. гетерофазные реактора наиболее распространенные в технологии органических веществ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                                                                                                                                           |      |
| <p>Тема 3.Принципы проектирования узла теплообменного аппарата, их расчет. Принцип действия теплообменников смешения( барботеры. градирни, конденсаторы смешения), Расчет теплообменников</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 20 | <p>Проработка теоретического материала. Подготовка к контрольной работе№2</p>                                                                                             | ПК-2 |
| <p>Тема 4.Разделение многокомпонентных смесей. Массообменные аппараты колонного типа, классификация. Ректификационные колонны. Контактные устройства: типы, назначение, отличительные особенности. Устройства тарельчатых аппаратов, виды тарелок. Эффективность работы, достоинства и недостатки. Насадочные колонны, устройство, типы насадок. Методы расчетов материального баланса ректификационной колонны. Расчет температуры верха и низа колонны. Методы расчетов минимального флегмового числа. Расчет числа теоретических тарелок. Тепловой баланс ректификационной колонны. Разделение многокомпонентных смесей методом прямой и противоточной конденсации. Абсорбция, Экстракция. Общие принципы и последовательность расчета абсорбционных аппаратов. Гидравличе-</p> | 15 | <p>Проработка теоретического материала для подготовки к выполнению расчётных заданий, выполнение расчетных заданий и их оформление. Подготовка к контрольной работе№2</p> | ПК-2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                                                                                                  |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ское сопротивление абсорберов. Методы расчета высоты слоя насадки и рабочей высоты тарельчатого абсорбера. Жидкостная экстракция. Классификация, устройство и принцип действия экстракторов. Расчет диаметра и высоты экстракционных колонн. Графический метод определения числа ступеней экстрагирования.                                                |    |                                                                                                                                  |      |
| Тема5. Емкостная аппаратура, виды, расчет.<br>Мерники, отстойники, гидрозатворы, емкости, Расчет. Общая характеристика насосов. Центробежные насосы. Преимущества и недостатки. Расчет. Поршневые насосы. Преимущества и недостатки. Вентиляторы. Классификация, расчет. Сравнительная характеристика центробежного и плунжерного насосов. Подбор насосов | 15 | Проработка теоретического материала. Подготовка к контрольной работе №2                                                          | ПК-2 |
| Тема 6 Выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6  | Проработка теоретического материала для подготовки к выполнению расчетных заданий, выполнение расчетных заданий и их оформление. | ПК2  |

#### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины **«Оборудование заводов органического синтеза»** используется рейтинговая система знаний обучающихся на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

| Оценочные средства                           | Кол-во | Min, баллов | Max, баллов |
|----------------------------------------------|--------|-------------|-------------|
| Расчеты химических реакторов Расчетное зада- | 1      | 6           | 10          |

|                                                                                                 |   |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|------------|
| ние 1, 2,3.                                                                                     |   |           |            |
| Расчет материального баланса химического реактора. Расчетное задание.4                          | 1 | 6         | 10         |
| Расчет материального баланса процесса ректификации многокомпонентной смеси. Расчетное задание 5 | 1 | 6         | 10         |
| Расчет на прочность основных элементов реактора - котла с рубашкой. Расчетное задание 6         | 1 | 4         | 10         |
| Контрольная работа №1                                                                           | 1 | 7         | 10         |
| Контрольная работа №2                                                                           | 1 | 7         | 10         |
| экзамен                                                                                         |   | 24        | 40         |
| <b>Итого:</b>                                                                                   |   | <b>60</b> | <b>100</b> |

После окончания семестра студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачет.

## 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 10.1. Основная литература

При изучении дисциплины « «Оборудование заводов органического синтеза» » в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

| № | Основные источники информации                                                                                                                                                                                  | Кол-во экз.                                                                                                                                                                         |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств)/ В.И.; Михайличенко, А.И., Крашенинникова Н. С.; Миронов, В.; Сутягин В.М..- М.: ИКЦ "Академкнига",2008.- 332, [4] с..                             | 75 экз. в УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                                                |
| 2 | Основы проектирования химических производств и оборудования [Электронный ресурс] : учеб. / В.И. Косинцев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 395 с.                                               | ЭБС "Лань"<br>Режим доступа:<br><a href="http://e.lanbook.com/book/45151">http://e.lanbook.com/book/45151</a><br>Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ |
| 3 | Потехин, В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. [Электронный ресурс] : учеб. / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 896 с. | ЭБС "Лань"<br>Режим доступа:<br><a href="http://e.lanbook.com/book/53687">http://e.lanbook.com/book/53687</a><br>Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ |
| 4 | Основные процессы и аппараты химической технологии [Учебники] : учебник для студ. химико-технол. спец. ву-                                                                                                     | 99 экз. в УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                                 |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | ник для студ. химико-технол. спец. вузов / А.Г. Касаткин .— 14-е изд., стереотип. — М. : Альянс, 2008 .— 751 с. |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

|   | Дополнительная литература                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кол-во экз в библиотеке КГТУ |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1 | Гариева Ф.Р. Компьютерный расчет процесса ректификации/ Богданов..А.В.; Гаврилов В.И.; Караванов А, А.; Мусин Р.Р.- Казань: 2014.- 98с.                                                                                                                                                                               | 69 экз. в УНИЦ КНИТУ         |
| 2 | Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/ Г.С.Борисов, В.П. Брыков, Ю.И.Дытнерский и др. Под. ред. Ю.И. Дытнерского М:ООО ИД "Альянс" , 2007-496с.                                                                                                                               | 984экз. в УНИЦ КНИТУ         |
|   | Н.Н.Лебедев. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза:Учебник для вузов. 4-е изд., перераб, и доп. - М.: Альянс, 2013.-592с.                                                                                                                                                             | 200 экз. в УНИЦ КНИТУ        |
|   | Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.                                                                                                                                       | 100 экз. в УНИЦ КНИТУ        |
|   | Гариева Ф.Р. Выпускная квалификационная работа по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология органических веществ»: учебно-методическое пособие/Ф.Р. Гариева, В.М. Бабаев, Р.Р. Мусин; М-во образ. и науки России, Казан.нац. иссл. технол.ун-т.-Казань: Изд-во КНИТУ, 2016.-144 с. | 66 экз. в УНИЦ КНИТУ         |

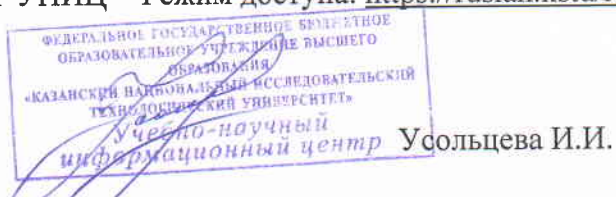
## 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа:<http://elibrary.ru>
- 2 ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.  
доступ из любой точки Интернет после регистрации IP адреса в КНИТУ.
- 3 ЭБС «Лань» – Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/>
- 4 ЭБС «Znaniy.com» – Режим доступа:<https://znaniy.com/books>
5. Электронный каталог УНИЦ— Режим доступа: <https://ruslan.kstu.ru>

Согласовано:

Зав. Сектором ОКУФ



Усольцева И.И.

## 11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежу-

точной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **12.1 Лекционные занятия:**

- а. комплект электронных презентаций
- б. аудитория Е-316а и Е-214, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук.),

### **13.2 Лабораторные работы**

- а ) лаборатория Е-412. оснащенная десятью персональными компьютерами Pentium 4.,
- б) имеются методическое пособие, справочная литература
- в) образцы отчетов по лабораторным работам,

### **13.3 Рабочее место преподавателя и студентов.**

Рабочее место преподавателя оснащено компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## **13 Образовательные технологии**

### **При изучении дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза»**

В качестве средств визуализации информации используется ознакомление с технологическими производствами по месту их расположения. В учебном процессе используются следующие образовательные технологии: по организационным формам: лекции, индивидуальные занятия, контрольные работы; по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ- демонстрация учебного материала и др.) и проблемные, поисковые, решение учебных задач и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем ).

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками.);

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет 20 часов

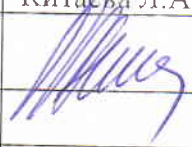
## Содержание

|    |                                                                                                               |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Цели освоения дисциплины                                                                                      | 3  |
| 2  | Место дисциплины в структуре образовательной программы                                                        | 3  |
| 3  | Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины                                        | 3  |
| 4  | Структура и содержание дисциплины «Оборудование заводов органического синтеза»                                | 4  |
| 5  | Содержание лекционных занятий по темам                                                                        | 6  |
| 6  | Содержание семинарских, практических занятий                                                                  | 11 |
| 7  | Содержание лабораторных занятий дисциплины                                                                    | 11 |
| 8  | Самостоятельная работа бакалавра                                                                              | 12 |
| 9  | Использование рейтинговой системы оценки знаний                                                               | 16 |
| 10 | Информационное обеспечение дисциплины                                                                         | 17 |
| 11 | Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины | 18 |
| 12 | Материально – техническое обеспечение дисциплины                                                              | 19 |
| 13 | Образовательные технологии                                                                                    | 19 |
|    | Содержание                                                                                                    | 20 |

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине  
«Оборудование заводов органического синтеза»

По направлению 18.03.01 «Химическая технология»  
для профиля «Химическая технология органических веществ»  
для набора обучающихся 2019 года приема, для заочной формы обучения  
пересмотрена на заседании кафедры Технологии основного органического и  
нефтехимического синтеза

| №<br>п/п | Дата<br>переутверждения<br>РП   | Наличие<br>изменений | Наличие<br>изменений в<br>списке<br>литературы | Подпись<br>разработ-<br>чика РП                                                    | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой                                                  | Подпись<br>начальника<br>УМЦ<br>Китаева Л.А.                                        |
|----------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Протокол №12<br>От 12 июля 2019 | Нет/есть*            | Нет                                            |  |  |  |
|          |                                 |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|          |                                 |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|          |                                 |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы  
elibrary.ru

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

В учебном процессе используется лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение MS Office 2007 Russian