

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  
А.В. Бурмистров  
« 12 » 09 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплине Б1.В.ОД.12 Проектирование элементов оборудования  
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(специальности) (шифр) (наименование)  
Профили подготовки Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств  
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения ОЧНАЯ  
Институт, факультет ИХТИ, ФЭТИБ  
Кафедра-разработчик рабочей программы «Оборудование химических заводов»  
Курс, семестр 3, 5; 3, 6

|                        | Часы                                        | Зачетные единицы |
|------------------------|---------------------------------------------|------------------|
| Лекции                 | 36                                          | 1,0              |
| Практические занятия   | 18                                          | 0,5              |
| Семинарские занятия    | -                                           |                  |
| Лабораторные занятия   | 18                                          | 0,5              |
| Самостоятельная работа | 63                                          | 1,75             |
| Форма аттестации       | Зачет в 5 семестре,<br>экзамен в 6 семестре | 1,25             |
| Всего                  | 180                                         | 5                |

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20.10.2015

(номер, дата утверждения)

по направлению 15.03.02 - Технологические машины и оборудование  
(шифр) (наименование)

по профилю «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

на основании учебного плана, утвержденного для годов наборов 2015, 2016, 2017, 2018  
(дата утверждения)

Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчики программы:

доцент каф. ОХЗ  
(должность)

  
(подпись)

Царева О.В.  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХЗ, протокол от «31» 08 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой ОХЗ

  
(подпись)

Махоткин А.Ф.  
(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета, реализующего подготовку образовательной программы от «12» 09 2018 г. № 8.

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

Базотов В.Я.  
(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Нач. УМЦ, доцент

  
(подпись)

Китаева Л.А.  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Проектирование элементов оборудования» являются:

- а) изучение технологий производства неорганических кислот с целью выявления особенностей данных процессов;
- б) анализ оборудования применяемого в данных производствах и особенности их конструкции;
- в) анализ первичных данных для конструирования оборудования;
- г) изучение этапов проектирования оборудования для химических производств.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Проектирование элементов оборудования» относится к *вариативной* части обязательных дисциплин и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения проектно-конструкторской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Проектирование элементов оборудования» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) процессы и аппараты химической технологии (Б1.В.ОД.11),
- б) основы проектирования (Б1.Б.19),
- в) информационные технологии (Б1.Б.11),
- г) технология машиностроительной отрасли (Б1.В.ДВ.6.1).

Дисциплина «Проектирование элементов оборудования» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) производство неорганических веществ (Б1.В.ОД.14);
- б) производство органических веществ (Б1.В.ОД.7);
- в) проектирование производства (Б1.В.ДВ.7).

Знания, полученные при изучении дисциплины «Проектирование элементов оборудования» могут быть использованы при прохождении практик (производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 - Технологические машины и оборудование.

### ***1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

ПК-5 – способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

ПК-9 – умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

##### **1) Знать:**

- а) технологии производства серной, азотной и фосфорной кислот с детальным изучением аппаратного оформления каждой стадии;
- б) современные методы конструирования оборудования и проектирования производств;
- в) необходимый набор первичных данных для проектирования оборудования.

##### **2) Уметь:**

- а) осуществлять подбор аппаратов для заданного технологического режима;
- б) проводить расчет материального баланса, технологический, гидравлический и механический расчеты;
- в) разрабатывать новые аппараты на примере уже существующих с учетом измененных требований.

##### **3) Владеть:**

- а) навыками анализа первичных данных для подбора стандартного оборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Проектирование элементов оборудования».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| №<br>п/п         | Раздел дисциплины                                                               | Семестр | Виды учебной работы<br>(в часах) |                                   |                     |     | Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса                                                                 | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                                                 |         | Лекции                           | Семинар<br>(Практические занятия) | Лабораторные работы | СРС |                                                                                                                                                                              |                                                                        |
| 1                | Введение                                                                        | 5       | 2                                |                                   |                     |     | Весь лекционный курс обеспечен комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами.<br>Для проведения практических работ разработаны методические пособия. |                                                                        |
| 2                | Аппаратурное оформление различных технологий производства неорганических кислот | 5       | 16                               |                                   | 18                  | 36  |                                                                                                                                                                              | Защита отчетов по лабораторным работам и СРС                           |
| 3                | Анализ условий эксплуатации химического оборудования                            | 6       | 10                               | 8                                 |                     | 9   |                                                                                                                                                                              | Защита отчетов по практическим работам и СРС                           |
| 4                | Этапы проектирования оборудования для химических производств                    | 6       | 8                                | 10                                |                     | 18  |                                                                                                                                                                              | Защита отчетов по практическим работам и СРС                           |
| Форма аттестации |                                                                                 |         |                                  |                                   |                     |     |                                                                                                                                                                              | Зачет в 5 семестр, экзамен в 6 семестре                                |

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

Использование демонстрационного материала в виде слайдов для мультимедийного проектора позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 18 часов.

| №<br>п/п | Раздел дисциплины | Часы | Тема лекционного занятия | Краткое содержание                                                                                                                                                        | Формируемые компетенции |
|----------|-------------------|------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1        | Введение          | 2    | Введение                 | Знакомство студентов с целями и задачами данного курса, описание реализуемых компетенций, раздача тем СРС, знакомство с методическими пособиями по практике и списком ис- | ПК-5, ПК-9              |

|   |                                                                                 |   |                                |                                                                                                                                |            |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|   |                                                                                 |   |                                | пользуемой литературы                                                                                                          |            |
| 2 | Аппаратурное оформление различных технологий производства неорганических кислот | 6 | Производство серной кислоты    | Нитрозный способ. Одно- и двухконтактные способы. Мокрый катализ. Технологические схемы и параметры.                           | ПК-5, ПК-9 |
| 3 |                                                                                 | 6 | Производство азотной кислоты   | АК-72. Прямой синтез. Производство неконцентрированной и концентрированной азотной кислоты. Технологические схемы и параметры. | ПК-5, ПК-9 |
| 4 |                                                                                 | 4 | Производство фосфорной кислоты | Экстракционная фосфорная кислота. Технологические схемы и параметры.                                                           | ПК-5, ПК-9 |
| 5 | Анализ условий эксплуатации химического оборудования                            | 2 | Остаточный ресурс оборудования | Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации           | ПК-5, ПК-9 |
| 6 |                                                                                 | 4 | Защита оборудования            | Возможные пути увеличения срока службы химического оборудования                                                                | ПК-5, ПК-9 |
| 7 |                                                                                 | 4 | Стандартное оборудование       | Основные определения. Подбор оборудования                                                                                      | ПК-5, ПК-9 |
| 8 | Этапы проектирования оборудования для химических производств                    | 6 | Этапы проектирования           | Предпроектные работы. Проектные работы. Экспертиза готового проекта.                                                           | ПК-5, ПК-9 |
| 9 |                                                                                 | 2 | Конструкторская документация   | Классификация конструкторских документов. Комплектность конструкторской документации.                                          | ПК-5, ПК-9 |

#### 6. Содержание практических/семинарских занятий

| № п/п | Раздел дисциплины                                            | Часы | Наименование практической работы        | Краткое содержание                                                                | Формируемые компетенции |
|-------|--------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1     | Анализ условий эксплуатации химического оборудования         | 4    | Расчет остаточного ресурса оборудования | Расчет остаточного ресурса оборудования по заданным условиям                      | ПК-5, ПК-9              |
| 2     |                                                              | 4    | Разработка технологических линий        | Расчет и подбор стандартного оборудования для заданных технологических параметров | ПК-5, ПК-9              |
| 3     | Этапы проектирования оборудования для химических производств | 10   | Этапы разработки проектной документации | Разработка проектной документации для предложенного оборудования                  | ПК-5, ПК-9              |

## 7. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Раздел дисциплины                                                               | Часы | Наименование практической работы                                       | Краткое содержание                                                            | Формируемые компетенции |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1     | Аппаратурное оформление различных технологий производства неорганических кислот | 6    | Расчет эффективности фильтра                                           | Исследование эффективности улова тумана серной кислоты волокнистыми фильтрами | ПК-5, ПК-9              |
| 2     |                                                                                 | 6    | Определение размера частиц                                             | Определение размера частиц тумана различных кислот                            | ПК-5, ПК-9              |
| 3     |                                                                                 | 6    | Определение показателя преломления для жидкостей и газов с применением | Определение показателя преломления для жидкостей и газов с применением        | ПК-5, ПК-9              |

## 8. Самостоятельная работа студента

| № п/п | Темы, выносимые на самостоятельную работу                                                                                                 | Часы | Форма СРС | Формируемые компетенции |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-------------------------|
| 1     | Анализ использования различных способов производства серной кислоты в мировой промышленности. Достоинства и недостатки различных способов | 10   | Отчет     | ПК-5, ПК-9              |
| 2     | Применение кислот в химической промышленности. Доставка до места потребления                                                              | 10   | Отчет     | ПК-5, ПК-9              |
| 3     | Сырье, используемое для производства различных кислот; источники, особенности переработки.                                                | 10   | Отчет     | ПК-5, ПК-9              |
| 4     | Основные уравнения теплообмена, лежащие в основе расчетов оборудования; составление материального и теплового баланса                     | 6    | Отчет     | ПК-5, ПК-9              |
| 5     | Основные характеристики технологического процесса, влияющие на выбор оборудования (давление,                                              | 9    | Отчет     | ПК-5, ПК-9              |

|   |                                                                                        |    |       |            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|------------|
|   | температура и др.)                                                                     |    |       |            |
| 6 | Этапы разработки технического задания                                                  | 20 | Отчет | ПК-5, ПК-9 |
| 7 | Составление спецификаций для различного оборудования                                   | 8  | Отчет | ПК-5, ПК-9 |
| 8 | Нормативные документы, регламентирующие этапы составления конструкторской документации | 10 | Отчет | ПК-5, ПК-9 |

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

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Проектирование элементов оборудования» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяется их сложностью и формой аттестации. Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Максимальный текущий рейтинг 60 баллов, максимальное количество баллов на экзамене – 40.

Оценка каждого вида работы по семестрам приведена в таблицах 1 и 2.

Оценка каждого вида работы по семестрам приведена в таблицах 1 и 2.

Таблица 1.

| <i><b>Вид работ</b></i> | <i><b>Вид и содержание работ</b></i>                                                               | <i><b>Кол-во</b></i> | <i><b>Баллы min-max</b></i> |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Лабораторные занятия    | Выполнение задания под руководством преподавателя с последующей сдачей отчета о проделанной работе | 3                    | 21-36                       |
| СРС                     | Написание реферата с последующей защитой его преподавателю                                         | 4                    | 36-56                       |
|                         | Поощрительные баллы                                                                                |                      | 3-8                         |
|                         | Итого за 5 семестр                                                                                 |                      | 60-100                      |
| Практическое задание    | Выполнение задания под руководством преподавателя с последующей сдачей отчета о проделанной работе | 3                    | 24-30                       |
| СРС                     | Написание реферата с последующей защитой его преподавателю                                         | 4                    | 12-30                       |
| Экзамен                 |                                                                                                    |                      | 24-40                       |
|                         | Итого                                                                                              |                      | 60-100                      |

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Проектирование элементов оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| № п/п | Основные источники информации                                                                                                                                                                                                                             | Кол-во экз.                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. — 2227-8397. | ЭБС «IPR BOOKS»<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/64133.html">http://www.iprbookshop.ru/64133.html</a><br><i>Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ</i> |
| 2     | Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — 2227-8397. | ЭБС «IPR BOOKS»<br><a href="http://www.iprbookshop.ru/64134.html">http://www.iprbookshop.ru/64134.html</a><br><i>Доступ из любой точки Интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ</i> |

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

| № п/п | Дополнительные источники информации                                                                                                                                  | Кол-во экз.          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | Основы проектирования и конструирования машин [Методические указания]: Метод.указ.к практ.занят. / Пензенск.гос.технич.ун-т. — Пенза, 1997. — 23 с.                  | 1 экз. в УНИЦ КНИТУ  |
| 2     | Альперт Л. З. Основы проектирования химических установок [Учебники] : учеб.пособие для химико-механ.техникумов / Л.З. Альперт. — М. : Высш. шк., 1970. — 324, [4] с. | 37 экз. в УНИЦ КНИТУ |

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Проектирование элементов оборудования» рекомендуется использование электронных источников информации:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>

ЭБС «Юрайт» - <http://www.biblio-online.ru>

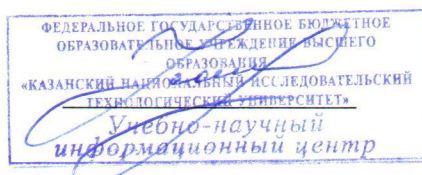
ЭБС «Консультант студента» - <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Лекционные занятия:

- а) комплект электронных презентаций/слайдов,
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

Практические занятия:

- а) компьютерный класс с персональными компьютерами, на которых установлено необходимое программное обеспечение.

Лабораторные занятия:

- А) лабораторные установки с методическим обеспечением.

Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- б) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

## **13. Образовательные технологии**

Весь лекционный курс обеспечен раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. Кроме того, курс лекций снабжен видеоматериалами по некоторым темам.

В случае возникновения вопросов при подготовке к выполнению лабораторных работ и сдаче отчета по ней вне аудиторных часов студент может обратиться к преподавателю удаленно по электронной почте.

## Лист переутверждения рабочей программы

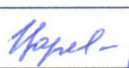
Рабочая программа по дисциплине «Проектирование элементов оборудования»  
(наименование дисциплины)

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(шифр) (название)

для профиля «Машины и аппараты промышленной экологии»

для набора обучающихся 2019 года

пересмотрена на заседании кафедры «Оборудования химических заводов»

| №<br>п/п | Дата<br>переутверждения<br>РП (протокол<br>заседания<br>кафедры № от<br>20 ) | Наличие<br>изменений | Наличие<br>изменений в<br>списке<br>литературы | Подпись<br>разработ-<br>чика РП<br>Царева<br>О.В.                                  | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой<br>Махоткин<br>А.Ф.                              | Подпись<br>начальника<br>УМЦ<br>Китаева Л.А.                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | №19 от 17.06.2019                                                            | Есть*                | Нет                                            |  |  |  |
|          |                                                                              |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|          |                                                                              |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
|          |                                                                              |                      |                                                |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |

### \*11.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название   | Краткое описание                                                                | Режим доступа                                   |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Техэксперт | Нормативная и техническая документация по расчету и проектированию оборудования | <a href="https://cntd.ru/">https://cntd.ru/</a> |

Лицензированное, свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Проектирование элементов оборудования»:

- MS Office 2010-2016 Standard от 08.11.2016 No 16/2189/Б;
- Аскон Компас 3D v14.