

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| <b>Код модуля</b> | <b>Модуль</b>  |
|-------------------|--|
| 1158056           | Основы конструирования оборудования и установок атомной промышленности |

Екатеринбург

| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>   | <b>Учетные данные</b>                                     |
|---|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Машины и аппараты химических и атомных производств                                     | <b>Код ОП</b><br>1. 18.04.02/33.02                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 18.04.02 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>  | <b>Ученая степень, ученое звание</b>               | <b>Должность</b>    | <b>Подразделение</b>                     |
|--------------|------------------------------|--|---------------------|--|
| 1            | Морданов Сергей Вячеславович | кандидат технических наук, без ученого звания      | Доцент              | машин и аппаратов химических производств |
| 2            | Хомяков Анатолий Павлович    | доктор технических наук, старший научный сотрудник | Заведующий кафедрой | машин и аппаратов химических производств |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Основы конструирования оборудования и установок атомной промышленности

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний и первичных навыков расчета в области основ физики сложных напряженных состояний оборудования и установок атомной промышленности и радиохимических производств: статического нагружения тонкостенных сосудов и аппаратов, циклических напряженных состояний, виброустойчивости, основ моментных методов анализа напряженных состояний с учетом специфики конструкционных материалов, условий нагружения и режимов работы оборудования атомной и радиохимической промышленности.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п            | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения             | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1                | Основы конструирования оборудования и установок атомной промышленности | 3   |
| ИТОГО по модулю: |  | 3   |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|   |   |
|---|---|
| <b>Пререквизиты модуля</b>                | 1. Оценка обеспечения промышленной и экологической безопасности   |
| <b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b> | 1. Моделирование и оптимизация химико-технологических систем<br>2. Расчет и конструирование оборудования атомной промышленности |

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции        | Планируемые результаты обучения (индикаторы)                   |
|---------------------------|---------------------------------------|--|
| 1                         | 2                                     | 3  |
| Основы конструирования    | УК-2 - Способен управлять проектом на | 3-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>я оборудования и установок атомной промышленности</p> | <p>всех этапах его жизненного цикла</p>   | <p>планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации, разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений</p> <p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию</p> |
|  | <p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей</p> | <p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования,</p>   |

|  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
|  | <p>профессиональной деятельности</p> | <p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> |
|--|--------------------------------------|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>   |
|  | <p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p> | <p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения,</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p> |
|--|--|---|

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы конструирования оборудования и**  
**установок атомной промышленности**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>     | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>                    | <b>Должность</b>       | <b>Подразделение</b>                              |
|--------------|---------------------------------|---|------------------------|---|
| 1            | Морданов Сергей<br>Вячеславович | кандидат<br>технических наук,<br>без ученого<br>звания      | Доцент                 | машин и<br>аппаратов<br>химических<br>производств |
| 2            | Хомяков Анатолий<br>Павлович    | доктор<br>технических наук,<br>старший научный<br>сотрудник | Заведующий<br>кафедрой | машин и<br>аппаратов<br>химических<br>производств |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический**

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Морданов Сергей Вячеславович, Доцент, машин и аппаратов химических производств
- Хомяков Анатолий Павлович, Заведующий кафедрой, машин и аппаратов химических производств

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания; Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*   | Содержание  |
|-------------------|--|---|
| P1                | Физико-механические свойства конструкционных материалов и характеристики конструкций | <p>В разделе изложены основные физико-механические свойства конструкционных материалов, используемые в прочностных расчетах оборудования и установок атомной промышленности: основные физико-механические пределы, модули упругости, коэффициент Пуассона.</p> <p>Рассматриваются общий случай напряженного состояния элемента твердого тела, составляющие тензора механических напряжений, закон Гука для нормальных и касательных напряжений.</p> <p>Рассматриваются основные геометрические и прочностные характеристики конструкций: количественные характеристики сечений (площадь, статический момент, моменты инерции, моменты сопротивления), прочность, устойчивость (для стержневых систем и оболочек).</p> |
| P2                | Безмоментная теория оболочек   | Рассматривается строение тонкостенных осесимметричных оболочек. Основные геометрические характеристики оболочек: первый (главный) и второй радиусы кривизны меридиана, угол   |

|           |                              |   |
|-----------|------------------------------|---|
|           |                              | <p>наклона меридиана, радиус кольцевого сечения, толщина оболочек.</p> <p>Рассматривается напряженное состояние оболочек в общем случае и тонкостенных оболочек на общей протяженности. Приводятся уравнения равновесия тонкостенных оболочек на общей протяженности: уравнение равновесия элемента оболочки (уравнение Лапласа), уравнение равновесия кольцевой зоны.</p> <p>Показана связь положений безмоментной теории оболочек с нормативными методиками расчета элементов емкостного общепромышленного оборудования и оборудования атомной промышленности.</p>                      |
| <b>Р3</b> | Теория изгиба тонких пластин | <p>В разделе рассматривается строение тонких пластин и деформация данных пластин под воздействием изгибных нагрузок.</p> <p>Рассматриваются основные виды изгиба тонких пластин: цилиндрический изгиб, сферический изгиб, общий изгиб. Приводится упрощенный вывод уравнения деформированной поверхности тонкой пластины при изгибе. Рассматривается напряженное состояние тонкой пластины.</p> <p>Показана связь положений теории изгиба тонких пластин с нормативными методиками расчета элементов емкостного общепромышленного оборудования и оборудования атомной промышленности.</p> |
| <b>Р4</b> | Основы моментных методов     | <p>Рассматриваются причины возникновения местных (локальных) напряжений. Рассматривается напряженное состояние оболочек и пластин на общей протяженности и в местах действия местных напряжений.</p> <p>Приводится схема расчета узла, испытывающего воздействие локальных нагрузок как статически неопределимой системы. Рассматривается общий случай расчета локальных напряжений на примере узла сопряжения оболочек и пластин.</p>  |

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основы конструирования оборудования и установок атомной промышленности**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Фролов, В. Ф.; Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии: примеры и задачи : учебное пособие.; Химиздат, Санкт-Петербург; 2020; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345> (Электронное издание)
2. Волкович, В. А., Распопин, С. П.; Металлургия урана и технология его соединений. Часть 3 : курс лекций.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/69633.html> (Электронное издание)
3. Акулич, П. В.; Расчеты сушильных и теплообменных установок; Белорусская наука, Минск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349> (Электронное издание)
4. Тимошенко, С. П., Митинский, А. Н.; История науки о сопротивлении металлов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений : монография.; Гостехиздат, Москва; 1957; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257430> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Тетеревков, А. И.; Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования : учебное пособие для химико-технологических вузов.; Высшая школа, Минск; 1981 (8 экз.)
2. , Дытнерский, Ю. И.; Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию : учеб. пособие для студентов хим.-технол. специальностей вузов.; Альянс, Москва; 2010 (48 экз.)
3. Скачек, М. А.; Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атом. электр. станции и установки" направления подгот. "Техн. физика".; МЭИ, Москва; 2007 (12 экз.)
4. Павлов, К.Ф., Романков, П. Г.; Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для студентов химико-технологических специальностей вузов.; Альянс, Москва; 2013 (60 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. [http://window.edu.ru/libraryp\\_rubr=2.2.75.11.37](http://window.edu.ru/libraryp_rubr=2.2.75.11.37) – Библиотека официального сайта Министерства образования и науки РФ. Раздел образовательных ресурсов по химическому и нефтяному машиностроению.
2. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>.
3. Зональная научная библиотека УрФУ. Режим доступа: <http://www.lib.urfu.ru>.
4. <http://search.ebscohost.com> - мультидисциплинарная база данных Academic Search Ultimate
5. <http://pubs.acs.org/> - 18 полнотекстовых электронных журналов Американского химического общества (American Chemical Society (ACS)) на английском языке
6. <http://elibrary.ru> - универсальная БД
7. <http://pubs.rsc.org/> - полнотекстовая БД профессионального научного сообщества британских химиков
8. <http://www.sciencedirect.com/> - универсальная БД

9. <http://apps.webofknowledge.com/> - универсальная, реферативная БД
10. <http://www.biblioclub.ru/> - библиотека издательства Директ-медиа
11. <http://standard.gost.ru/wps/portal/> - официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, информационный портал по стандартизации.

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковая система Google: <http://www.google.com>
2. Поисковая система Yandex: <http://www.yandex.ru>
3. База знаний wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>
4. <http://www.exponenta.ru> – Образовательный математический сайт

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы конструирования оборудования и установок атомной промышленности

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

| № п/п | Виды занятий         | Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения  |
|-------|----------------------|--|--|
| 1     | Практические занятия | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Периферийное устройство<br>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами<br>Подключение к сети Интернет | Модули: ANSYS Mechanical, ANSYS Fatigue Module, ANSYS Pro<br>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit<br>RUS OLP NL Acdmc<br>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES<br>PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0<br>Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет обновления КОМПАС-3D до версий v17 и v18 (на 250 мест) |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>   | <p>КОМПАС-3D v. 19</p>  |
| 2 | Консультации                                | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p> | <p>Модули: ANSYS Mechanical, ANSYS Fatigue Module, ANSYS Pro</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0</p> <p>Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет обновления КОМПАС-3D до версий v17 и v18 (на 250 мест)</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p> |
| 3 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>   | <p>Модули: ANSYS Mechanical, ANSYS Fatigue Module, ANSYS Pro</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0</p> <p>Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет</p>   |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
|   |                                  | <p>санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p>   | <p>обновления КОМПАС-3D до версий v17 и v18 (на 250 мест)</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p>   |
| 4 | Самостоятельная работа студентов | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</p> <p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</p> | <p>Модули: ANSYS Mechanical, ANSYS Fatigue Module, ANSYS Pro</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit</p> <p>RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0</p> <p>Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет обновления КОМПАС-3D до версий v17 и v18 (на 250 мест)</p> <p>КОМПАС-3D v. 19</p> |