

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

Код модуля	Модуль
1157938	Основы конструирования оборудования и установок химической промышленности

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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 химической 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 химической промышленности: статического нагружения тонкостенных и толстостенных сосудов и аппаратов, малоцикловых напряженных состояний, основ моментных методов анализа напряженных состояний с учетом специфики конструкционных материалов, условий нагружения и режимов работы оборудования химической промышленности, в том в условиях коррозионного, эрозийного воздействия, воздействия высоких температур и частотных нагрузок.

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 химической промышленности	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Оценка обеспечения промышленной и экологической безопасности
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Моделирование и оптимизация химико-технологических систем 2. Расчет и конструирование оборудования химической 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 конструировани	УК-2 - Способен управлять проектом на	3-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом,

<p>я оборудования и установок химической 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 химической промышленности

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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

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 химической 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 химической промышленности.</p>
Р3	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 химической промышленности.</p>
Р4	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 химической 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. Акулич, П. В.; Расчеты сушильных и теплообменных установок; Белорусская наука, Минск; 2010; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349> (Электронное издание)
3. Акулич, П. В.; Конвективные сушильные установки. Методы и примеры расчета : учебное пособие.; Высшая школа, Минск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/90776.html> (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. 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.)
2. Тетеревков, А. И.; Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования : учебное пособие для химико-технологических вузов.; Высшая школа, Минск; 1981 (8 экз.)
3. 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 – 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 химической 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 Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет Браузеры: google.chrome yandex	Модули: ANSYS Mechanical, ANSYS Fatigue Module, ANSYS Pro Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0 Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения: Пакет обновления КОМПАС-3D до версий v17 и v18 (на 250 мест) КОМПАС-3D v. 19

		firefox Microsoft Edge	
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: google.chrome yandex firefox 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 санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p> <p>Браузеры:</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>

		<p>google.chrome</p> <p>yandex</p> <p>firefox</p> <p>Microsoft Edge</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 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>