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

«8» 12 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ОД.12 Конструирование и расчет элементов оборудования

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Оборудование нефтегазопереработки, Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств.
(шифр) (наименование)

Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет ИХНМ, механический факультет
Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП
Курс, семестр 3 курс , 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	90	2,5
Всего	216	6
Форма аттестации	Экзамен,36	1

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (№1170 от 20.10.15) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование » по профилям «Оборудование нефтегазопереработки», «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017 гг.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчик программы:

Зав.кафедрой МАХП _____ Поникаров С.И.
(должность) (подпись) (Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол от 9.11.2017 г. № 9.

Зав. кафедрой _____ Поникаров С.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление 15.03.02,
профессор _____ С.И.Поникаров

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии, к которому относится кафедра-разработчик РП от 07.12.2017г. №9.

Председатель комиссии, доцент _____ А.В.Гаврилов

Начальник УМЦ ,доцент _____ Л.А. Китаева

1.Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» являются

а) формирование знаний об общих принципах и методологии конструирования машин и аппаратов отрасли; принципах и методах расчета оборудования при проектировании;

б) обучение способам применения уравнений механики твердого деформированного тела к расчету технологического оборудования на прочность и жесткость;

г) раскрытие сущности процессов, происходящих в конструкционных материалах при нагружении внутренним (наружным) давлением, повышенными или пониженными температурами.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина КРЭО относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, производственно-технологической, проектно-конструкторской видов деятельности.*

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

а) Б1.Б.5 Математика

б) Б1.Б.6 Физика

в) Б1.Б.7 Химия

г) Б1.Б.10 Теоретическая механика

д) Б1.Б.12 Сопротивление материалов

е) Б1.Б.14 Материаловедение

ж) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов

з) Б1.Б.19 Основы проектирования

Дисциплина КРЭО является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ДВ.5.1 Современные пакеты расчета механики сплошных сред

б) Б1.Б.20 Основы технологии машиностроения

в) Б1.В.ОД.13 Машины и аппараты химических производств, Машины и аппараты нефтегазопереработки.

г) Б1.В.ОД.15 Ремонт и монтаж технологического оборудования

д) Б1.В.ДВ.9.1 Техническая диагностика

Знания, полученные при изучении дисциплины КРЭО могут быть использованы при прохождении практик (*производственной, преддипломной*) и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

3.Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-2) Владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером
2. (ПК-1) Способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.
3. (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.

4. (ПК-6) Способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: а) общие принципы и методологию конструирования машин и аппаратов отрасли;

б) методы расчета и конструирования тонкостенных сосудов;

в) методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений;

г) методы расчета и конструирования аппаратов высокого давления;

д) методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов;

е) методы расчета и конструирования аппаратов с перемешивающими устройствами;

ж) методы расчет оборудования, работающего в условиях динамических колебаний;

з) влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.

2) Уметь: а) подобрать материал и выбрать расчетную схему для проектируемого оборудования и его элементов;

б) проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах

в) по заданным рабочим параметрам с учетом свойств выбранного конструкционного материала определять основные конструктивные размеры проектируемого оборудования и его элементов;

г) разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое оборудование;

д) выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.

3) Владеть: а) методами подбора конструкционных материалов в зависимости от рабочих сред и параметров технологического процесса, определения допускаемого напряжения, коэффициента прочности сварных швов.

б) методами расчета на прочность и жесткость технологического оборудования

в) методами расчета оборудования на ветровую и сейсмическую нагрузку

г) методами расчета критических скоростей быстровращающихся валов.

4.Структура и содержание дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	6	4	2	-	8	*Комплексная инженерная задача (практические занятия)*
2	Теория и расчет тон-	6	10	-	14	24	*Отчет по лабораторным рабо-*

	костенных оболочек вращения**.**						*там*
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	6	14	14	10	34	*Комплексная инженерная задача практические занятия), отчет по лабораторным работам*
4	Аппараты и затворы высокого давления	6	4	2	-	8	*Комплексная инженерная задача (практические занятия)*
5	Критические скорости вращающихся валов	6	4	-	12	16	*Отчет по лабораторным работам*
	Итого		18	18	36	90	*Экзамен*

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

№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Часы**	**Тема лекционного занятия**	**Краткое содержание**	**№ п/п**
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	4	*Основы конструирования химических машин и аппаратов.*	*Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструкционных материалов. Требования к аппаратуре, подведомственной Ростехнадзору.*	*ПК-1, ПК-6,*
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	10	*Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.*	*Основные сведения по геометрии оболочек вращения. Вывод уравнения равновесия элемента на оси X, Z, Y. Деформация элемента оболочки. Элементы моментной теории. Вывод уравнения моментной теории. Методика расчета на прочность оболочек вращения. Уравнения безмоментной теории. (Уравнение Лапласа, уравнение равновесия зоны). Расчет на прочность оболочек вращения, работающих под постоянным давлением. Применение расчетных уравнений к конической, сферической и цилиндрической оболочкам*	*ПК-1, ПК-6,*

3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	14	*Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.*	*Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, нагруженных внутренним давлением. Расчет крышек и днищ аппаратов, работающих под внутренним давлением. Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку. Расчет вертикальных аппаратов на действие сейсмических сил. Расчет фланцевых соединений.*	*ПК-1, ПК-5, ПК-6*
4	Аппараты и затворы высокого давления	4	*Аппараты и затворы высокого давления*	*Расчет аппаратов высокого давления. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.*	*ПК-1, ПК-5, ПК-6*
5	Критические скорости вращающихся валов	4	*Критические скорости вращающихся валов*	*Критическая скорость вала с одним диском. Резонансный характер неустойчивости при критической скорости вращения. Выбор рабочей скорости вращения для жестких и гибких валов. Влияние характера опор на критическую скорость вращения вала. Критическая скорость вала с двумя или несколькими дисками. Критическая скорость тяжелого вала без дисков. Приближенные методы определения критической скорости вала: а) метод наложения (метод Донкерли); б) энергетический метод Рэлея. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.*	*ПК-1, ПК-5, ПК-6*

6. Содержание практических занятий

Цель: Решение комплексной инженерной задачи.

п/п	Раздел дисциплины	часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	2	Основы проектирования оборудования	Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструкционных материалов.	ПК-1, ПК-6
2	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	14	*Решение комплексной инженерной задачи.*	*Спроектировать и рассчитать на прочность, устойчивость элементы технологического оборудования (абсорбер, кожухотрубчатый теплообменник типа Н, К, П, У, ПК, ректификационная колонна, аппарат с мешалкой и рубашкой) в соответствии с заданными исходными параметрами (технологическая среда, давление и температура).*	*ОПК-2, ПК-5, ПК-6*
3	Аппараты и затворы высокого давления	2	Аппараты высокого давления	Расчет аппаратов высокого давления	*ПК-1, ПК-5, ПК-6*

7. Содержание лабораторных занятий

Цель: Проверка теоретических положений и зависимостей по расчёту напряженно-деформированного состояния сосудов и аппаратов

/п	Раздел дисциплины	асы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	14	*1.Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра. (Лабораторная установка №4, А-125)* *2.Определение напряжений в днищах различной формы, нагруженных внутренним*	*Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведение конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям,*	*ПК-5*

			давлением. (Лабораторная установка№6, А-125)	*проведение эксперимента и его обработка, сравнение результатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.*	
	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	10	*Исследование изгибающих напряжений в бандажах. (Лабораторная установка №12, А-125)*	*Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведение конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям, проведение эксперимента и его обработка, сравнение результатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.*	*ПК-5*
	Критические скорости вращающихся валов	12	*1. Определение критической скорости вращения вала с одним диском (Лабораторная установка №1,А-125)* *2. Определение критических скоростей вращения вала с несколькими дисками (Лабораторная установка №2, А-125)*	*Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведение конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям, проведение эксперимента и его обработка, сравнение результатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.*	*ПК-5*

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Требования Ростехнадзора к	8	*Изучение нормативно технической документации,*	*ОПК-2*

	оборудованию, работающему под внутренним давлением		*действующей в РФ*	
2	Применение безмоментной теории к расчету оболочек	24	*Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов*	*ПК-5*
3	Расчет на прочность элементов и узлов оборудования химической промышленности	34	*Выполнение курсовой работы, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета*	*ОПК-2 , ПК-5, ПК-6*
4	Расчет аппаратов высокого давления	8	*Изучение лекционного материала*	*ПК-1, ПК-6*
5	Критические скорости вращающихся валов	16	*подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов*	*ПК-5*

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования», используется рейтинговая система

Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положению о бально-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечении качества учебного процесса», (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.)

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины

Вид работы	Кол-во	Максим. балл	Миним. Сумма балов	Максим. сумма баллов
Лабор. раб**.**	5	7	21	35
Комплексная инженерная задача (практические занятия)	1	25	15	25
Экзамен	1	40	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 «Конструирование и расчет элементов оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Конструирование и расчет элементов химического оборудования. Учебник. Альфа-М, -2010, -376 стр.	401 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи). Учебное пособие: Альфа-М, 2008, 718с.	704 экз в УНИЦ КНИТУ
3. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г.: Учебник. Изд. 2-е, пере-раб. и доп. М.: Альфа-М, 2006. 608 с.	200 экз в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	**Кол-во экз.**
1. Аппараты нефтегазовых технологий. Учебное пособие. КНИТУ. Казань, 2015, 216 с.	На кафедре 40 экз.
2.Поникаров И.И., Поникаров С.И., Хоменко А.А. Конструирование и расчет элементов химического оборудования (электронный учебник). КНИТУ, 2011, № гос.регистрации 0321103656, рег. Свидетельство № 24728	99 экз. в *УНИЦ КНИТУ, ЭБС КНИТУ*
3.Лащинский, А.А. Основы конструирования и	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ

расчета химической аппаратуры: Справочник/А.А.Лощинский, А.Р. Толчинский; Под ред. Н.Н. Логинова. 4-е изд. , сстереотип.- М.: Арис, 2010 752с.	

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элемен дования» использование электронных источников информации:

1. ЭК УНИЦ КНИТУ http://ruslan.kstu.ru
2. ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/
3. ЭБС Znanium.com http://znanium.com/
4. ЭБС Лань http://e.lanbook.com/books/

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
   a. комплект электронных презентаций/слайдов,
   b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук. (А-328),
2. Лабораторные работы

лаборатория А-125 (Конструирование и расчет элементов оборудования), оснащенная:

- лабораторная установка «Определение критической скорости вращения вала с одним диском»
- лабораторная установка «Определение критических скоростей вращения вала с двумя дисками»
- лабораторная установка «Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра»
- лабораторная установка «Определение напряжений в коническом, полусферическом, эллиптическом, плоском днищах, нагруженных внутренним давлением»
- лабораторная установка «Исследование изгибающих напряжений в бандажах»
- лабораторная установка «Исследование устойчивости цилиндрических оболочек, нагруженных внешним давлением»
- лабораторная установка «Определение температурных напряжений в теплообменнике жесткой конструкции»
-лабораторная установка «Исследование напряжений в быстровращающихся дисках»
-лабораторная установка «Исследование напряжений во вращающихся барабанах»

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения составляет 12 часов. Из них: лекций 2 часа, лабораторных занятий 10 часов.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.12 «Конструирование и расчет элементов оборудования»
пересмотрена на заседании кафедры Машины и аппараты химических производств

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №___ от __.____20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ-чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальник УМЦ
	№8 от 07.09.2018г.	нет	нет			