

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор института
(Дмитриев А.Ю.)
«___» _____ 2015 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТРАСЛИ»

НАПРАВЛЕНИЕ ООП 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

НОМЕР КЛАСТЕРА (для унифицированных дисциплин) _____

Профиль подготовки (специализация, программа) Машины и аппараты химических производств

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2015 г.

Курс 4 семестр 8

Количество кредитов 6

Код дисциплины ДИСЦ.В.2.7

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	33
Практические занятия, ч	11
Лабораторные занятия, ч	33
Аудиторные занятия, ч	77
Самостоятельная работа, ч	139
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации экзамен (8)

Обеспечивающее подразделение кафедра ОХТ

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ
РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОФИЛЯ ООП
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

В. В. Тихонов
В.М. Беляев
В. В. Тихонов

2015 г.

1. Цели освоения дисциплины

Код цели	Цели освоения дисциплины «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли»	Цели ООП
Ц1	<p>Формирование способности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – расчета и конструирования машин и аппаратов отрасли, выбора серийного технологического оборудования; – выполнять технологический и механический расчеты технологического оборудования – конструирования, разработки технологии изготовления и наладки специализированной оснастки или технологического инструмента для типового оборудования; – работы на ЭВМ с использованием целевых программ для отрасли специализации; – оформления проектной и конструкторской документации. 	<p>Подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, конкурентоспособных на мировом рынке.</p>
Ц2	<p>Навыки проектировать и использовать энерго- и ресурсосберегающее оборудование химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.</p> <p>Навыки использовать возможности персональных компьютеров при проектных и конструкторских разработках;</p> <p>Навыки использовать для расчета и конструирования современные программные средства, такие как MathCAD, Autodesk Inventor и т.п.;</p> <p>Навыки определять внутренние силы, напряжения, геометрические изменения деформируемых элементов;</p> <p>Навыки обоснованно выбирать конструкционные материалы;</p> <p>Навыки использовать методики расчётов элементарных конструктивных систем, проводить кинематическое, силовое и динамическое исследование механизмов;</p> <p>Навыки учитывать при конструировании требования экономичности, технологичности, ремонтпригодности, стандартизации, унификации, технической эстетики, безопасности и экологии.</p>	<p>Подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» относится к профессиональному циклу Модуль Б.3 вариативная часть.

Дисциплине «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

Б2.В.3.1 Основы автоматизированного проектирования. 6 экзамен

Б2.В.3.2 Теоретическая механика. 4 экзамен

Б2.В.3.5 Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. 3 экзамен

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

Б3.Б.1 Инженерная графика. 3 экзамен

Б3.Б.4 Процессы и аппараты химической технологии. 14. диф. зачёт, экзамен

Б3.В.3.1 Прикладная механика. 9 диф. зачёт, экзамен

Б3.В.3.2 Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. 7. экзамен

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1 – Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р2	32.9.2	Технических и программных средств реализации информационных технологий, основ работы в локальных и глобальных сетях, типовых численные методов решения математических задач и алгоритмы их реализации,	У2.9.2	Использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач; использовать возможности персональных компьютеров при проектных и конструкторских разработках; использовать для расчета и конструирования современные программные средства, такие как MathCAD, Autodesk Inventor и т.п.;	В2.9.2	Опытном проектирования элементов нового энерго-и ресурсосберегающего оборудования химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; методами расчета и конструирования с использованием современных программных средств, таких как MathCAD, Autodesk Inventor и т.п.;
Р4	34.8.2	целей и задач проектирования, условий равновесия тела и системы тел, поведения материалов при различных воздействиях, условий прочности и	У4.8.2	определять внутренние силы, напряжения, геометрические изменения деформируемых элементов; обоснованно выбирать	В4.8.2	методами проектных и проверочных расчётов элементов конструкций; опытом оформления графической и

		жесткости.		<p>конструкционные материалы; использовать методики расчётов элементарных конструктивных систем, проводить кинематическое, силовое и динамическое исследование механизмов; учитывать при конструировании требования экономичности, технологичности, ремонтпригодности, стандартизации, унификации, технической эстетики, безопасности и экологии;</p>		<p>текстовой конструкторской документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.</p>
--	--	------------	--	---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Расчет и конструирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов

- Классификация теплообменных аппаратов (ТОА). Типы конструкций ТОА.
- Последовательность проектирования ТОА.
- Исходные данные для проектирования ТОА.
- Технологический расчет ТОА.
- Механический расчет ТОА.
- Гидравлический расчет ТОА.
- Способы крепления трубных решеток.
- Преимущества и недостатки ТОА типа Н и К.
- Основные размеры труб, используемых в ТОА, и способы их размещения и крепления.
- Конструкция трубных решеток, перегородок, стяжек и распорок в ТОА.
- Выбор пространства для теплоносителя в ТОА.
- Требования к конструированию и изготовлению кожуха ТОА.
- Конструкции крышек и патрубков ТОА.
- Конструкция фланцевых соединений и прокладок для ТОА.
- Деформации и нагрузки в кожухотрубчатых теплообменниках.
- Конструкция компенсаторов в ТОА и основы определения их числа.
- Расчет теплообменных аппаратов с неподвижными трубными решетками, компенсатором или расширителем на кожухе:
 - Порядок расчета элементов кожухотрубчатых теплообменников;
 - Расчет на прочность элементов корпуса;
 - Поверочный расчет на прочность и жесткость решетки;
 - Поверочный расчет на прочность и устойчивость кожуха;
 - Проверка прочности и устойчивости труб;
 - Проверка крепления труб в решетке.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Разработка в среде MathCad программы механического поверочного расчёта по ГОСТ Р 52857.7—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты (26 часов).

Раздел 2. Расчет и конструирование колонных массообменных аппаратов (КМА)

- Колонные массообменные аппараты и основные требования к их конструкции;
- Требования к конструкции узлов ввода и вывода материальных потоков в КМА;
- Основные этапы расчета КМА, их краткая характеристика;
- Основные части КМА, их влияние на расчетные механические нагрузки;
- Основные расчетные механические нагрузки на корпус КМА;
- Происхождение эксцентрических нагрузок и их определение;
- Основные расчетные сечения корпуса КМА;
- Конструкция опорной обечайки и её расчетные сечения;
- Критерии надежности корпуса и опорной обечайки КМА;
- Конструкция нижнего опорного узла КМА и его расчетные размеры;
- Расчетная схема КМА для определения ветровой нагрузки, основные требования к ней;
- Расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Разработка в среде MathCad программ механического поверочного расчёта колонных аппаратов по ГОСТ Р 51273—99 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий. и ГОСТ Р 51274-99 Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность (24 часа).

Раздел 3. Расчет и конструирование аппарата с механической мешалкой

Подраздел 3.1 Подбор устройства для перемешивания и теплообмена на основе теплового расчета:

- Определение требуемого теплового потока;
- Расчет мощности, вводимой в аппарат перемешивающим устройством;
- Расчет мощности и глубины воронки для быстроходных мешалок;
- Расчет мощности для тихоходных мешалок;
- Определение среднего температурного напора;
- Расчет коэффициентов теплоотдачи для различных случаев теплообмена;
- Коэффициент теплоотдачи от среды к теплообменным устройствам при использовании тихоходных мешалок;
- Коэффициент теплоотдачи от среды к стенке аппарата при использовании быстроходных мешалок;
- Коэффициент теплоотдачи от воды в цилиндрической рубашке к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от воды в рубашке из полутруб к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в гладкой рубашке к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в рубашке из полутруб к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от воды в змеевике к стенке змеевика;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в змеевике к стенке змеевика.

Подраздел 3.2 Расчет однопролетного вала с сосредоточенными массами на виброустойчивость, жесткость и прочность:

- Принципиальная расчетная схема однопролетного вала;
- Исходные данные для расчета однопролетного вала;
- Расчет вала на виброустойчивость;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость гибких однопролетных валов.

Подраздел 3.3 Расчет консольного вала с сосредоточенными массами на виброустойчивость, жесткость и прочность:

- Принципиальная расчетная схема консольного вала;
- Исходные данные для расчета консольного вала;
- Расчет вала на виброустойчивость;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость гибких консольных валов;
- Расшифровать условные обозначения ТО.

Перечень лабораторных работ по разделу:

Разработка в среде MathCad программ механического поверочного расчёта по ГОСТ Р 52857.8—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками, а также расчёт вала на виброустойчивость (22 часа).

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Расчет и конструирование основного оборудования отрасли» следующие образовательные технологии:

Таблица 3 – Методы и формы организации обучения

ФОО Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
IT-методы	х	х	х			
Работа в команде	х	х	х			
Case-study						
Игра						
Методы проблемного обучения	х	х	х			
Обучение на основе опыта	х	х	х			
Опережающая самостоятельная работа		х	х			
Проектный метод		х	х			
Поисковый метод		х	х			
Исследовательский метод		х	х			
Другие методы						

* – Тренинг, ** – мастер-класс, *** – командный проект

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую самостоятельную работу (СРС) и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ,
- опережающую самостоятельную работу,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

ТСР, ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов, включает в себя:

- поиск, анализ, структурирование и представление информации,
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;

- поиск стандартных и нестандартных технических решений для выполнения задач ИДЗ и ВКР.

6.2 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Проверка выполнения самостоятельных работ;
- Устные опросы;
- Графическое представление найденных технологических решений в виде 3D-моделей, выполненных в специализированной программной среде.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролирующих мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Индивидуальное домашнее задание	Конкретизированные результаты обучения по модулю
Промежуточная аттестация	Зачет
Итоговая аттестация	Курсовой проект, ВКР, экзамен

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролирующих мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- Примеры типового расчета оборудования, выполненные в соответствии с требованиями ООП;
- Билеты, содержащие три теоретических задачи на расчет;
- Экзаменационные билеты, содержащие три теоретических вопроса.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен

набрать не менее 22 баллов).

– Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

– текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);

– промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная:

- Семакина, Ольга Константиновна. Машины и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. К. Семакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра общей химической технологии (ОХТ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.

Схема доступа:

<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m245.pdf>

- Лашинский, Александр Александрович. Конструирование сварных химических аппаратов: справочник / А. А. Лашинский; под ред. А. Р. Толчинского. — 2-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008. — 384 с.: ил.— Библиогр.: с. 379.— ISBN 978-5-903034-37-6.

- Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов / М. Ф. Михалев [и др.]; под ред. М. Ф. Михалева. — 2-е изд., испр. и доп.— Москва: АРИС, 2010. — 310 с.: ил.— Библиография: с. 308. — ISBN 978-5-904673-05-5.

- Расчет и конструирование основного оборудования отрасли: учебное пособие / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 288 с.: ил.. — Библиогр.: с. 280-282..

- Анурьев, Василий Иванович. Справочник конструктора-машиностроителя [Электронный ресурс] : в 3-х т. / В. И. Анурьев. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Машиностроение, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.

Схема доступа:

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_01.pdf

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_02.pdf

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_03.pdf

- Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли: учебное пособие в 2 ч. / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011-

Ч. 1: Тонкостенные сосуды и аппараты химических производств. — 2011. — 300 с.: ил.— Библиогр.: с. 293-294.

Дополнительная:

- Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп.— репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013. — 576 с.: ил.— Библиогр.: с. 502-509.— ISBN 978-5-91872-031-8
- Гости: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

Используемое программное обеспечение:

- Беляев В.М., Чирков А.А. Расчет фланцевых соединений аппаратов. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 25 с.
- Беляев В.М., Чикулин С.М. Расчет на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 24 с.
- Беляев В.М., Чикулин С.М. Расчет сопряжения тонкостенных оболочек. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 8 с.
- Беляев В.М., Чирков А.А. Расчет элементов кожухотрубчатых теплообменников на механическую надежность. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 32 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность оболочек, нагруженных внутренним давлением. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 22 с.
- Беляев В.М. Поверочный расчет укрепления взаимовлияющих отверстий. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 9 с.
- Беляев В.М. Расчет на прочность укрепления отверстий. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998 8 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность и устойчивость оболочек, нагруженных наружным давлением, осевым сжимающим усилием, изгибающим моментом и поперечным усилием. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 16 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В., Чикулин С.М. Расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 78 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет критических скоростей вращающегося вала. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 10 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность элементов аппарата высокого давления. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 30 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет быстровращающихся дисков методом прогонки. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 6 с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	2 корпус, 127 ауд., 10 мест
2	Лаборатории	2 корпус, 002 ауд., 014 ауд.

Программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта № 79, утвержденного «24» января 2011г. и на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 241000 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств».

Программа одобрена на заседании кафедры Общей химической технологии

(протокол № ____ от «__» _____ 2015 г.).

Автор(ы) доцент кафедры ОХТ, к.т.н. Тихонов В.В.

Рецензент(ы) доцент кафедры ОХТ, к.т.н. Беляев В.М.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИПР
А.Ю. Дмитриев
«___» _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Направление (специальность) ООП _____
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____

Профиль(и) подготовки (специализация, программа)

Квалификация (степень) _____

Базовый учебный план приема _____ г.

Курс _____ семестр _____

Количество кредитов 3

Код дисциплины _____

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	20
Практические занятия, ч	5
Лабораторные занятия, ч	25
Аудиторные занятия, ч	50
Самостоятельная работа, ч	49
ИТОГО, ч	99

Вид промежуточной аттестации _____

Обеспечивающее подразделение _____

Заведующий кафедрой _____

(ФИО)

Руководитель ООП _____

(ФИО)

Преподаватель _____

(ФИО)

2015г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины – формирование способности:

- расчета и конструирования машин и аппаратов отрасли, выбора серийного технологического оборудования;
- выполнять технологический и механический расчеты технологического оборудования
- конструирования, разработки технологии изготовления и наладки специализированной оснастки или технологического инструмента для типового оборудования;
- работы на ЭВМ с использованием целевых программ для отрасли специализации; оформления проектной и конструкторской документации.

Формирование навыков самостоятельного решения задач проектирования технологического оборудования с использованием современных компьютерных технологий

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» относится к профессиональному циклу Модуль Б.3 вариативная часть.

Дисциплине «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

Б2.В.3.1 Основы автоматизированного проектирования. 6 экзамен

Б2.В.3.2 Теоретическая механика. 4 экзамен

Б2.В.3.5 Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. 3 экзамен

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Расчёт и конструирование основного оборудования отрасли» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

Б3.Б.1 Инженерная графика. 3 экзамен

Б3.Б.4 Процессы и аппараты химической технологии. 14. диф. зачёт, экзамен

Б3.В.3.1 Прикладная механика. 9 диф. зачёт, экзамен

Б3.В.3.2 Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. 7. экзамен

3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1 – Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P2	32.9.2	Технических и программных средств реализации информационных технологий,	У2.9.2	Использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для	В2.9.2	Опытном проектирования элементов нового энерго-и ресурсосберегающего оборудования

P4	34.8. 2	основ работы в локальных и глобальных сетях, типовых численные методов решения математических задач и алгоритмы их реализации, целей и задач проектирования , условий равновесия тела и системы тел, поведения материалов при различных воздействиях, условий прочности и жесткости.	У4.8 .2	решения профессиональных задач; использовать возможности персональных компьютеров при проектных и конструкторских разработках; использовать для расчета и проектирования современные программные средства, такие как MathCAD, Autodesk Inventor и т.п.; определять внутренние силы, напряжения, геометрические изменения деформируемых элементов; обоснованно выбирать конструкционные материалы; использовать методики расчётов элементарных конструктивных систем, проводить кинематическое, силовое и динамическое исследование механизмов; учитывать при проектировании требования экономичности, технологичности, ремонтпригодности, стандартизации, унификации, технической эстетики, безопасности и экологии;	B4.8 .2	химической технологии, нефтехимии и биотехнологии; методами расчета и проектирования с использованием современных программных средств, таких как MathCAD, Autodesk Inventor и т.п.; методами проектных и проверочных расчётов элементов конструкций; опытом оформления графической и текстовой конструкторской документации в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.
----	------------	--	------------	--	------------	--

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. *Наименование*

Аннотированное содержание раздела

Виды учебной деятельности:

Лекции:

1) **Расчет и проектирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов**

- Классификация теплообменных аппаратов (ТОА). Типы конструкций ТОА.
- Последовательность проектирования ТОА.
- Исходные данные для проектирования ТОА.
- Технологический расчет ТОА.
- Механический расчет ТОА.
- Гидравлический расчет ТОА.

- Способы крепления трубных решеток.
- Преимущества и недостатки ТООА типа Н и К.
- Основные размеры труб, используемых в ТООА, и способы их размещения и крепления.
- Конструкция трубных решеток, перегородок, стяжек и распорок в ТООА.
- Выбор пространства для теплоносителя в ТООА.
- Требования к конструированию и изготовлению кожуха ТООА.
- Конструкции крышек и патрубков ТООА.
- Конструкция фланцевых соединений и прокладок для ТООА.
- Деформации и нагрузки в кожухотрубчатых теплообменниках.
- Конструкция компенсаторов в ТООА и основы определения их числа.
- Расчет теплообменных аппаратов с неподвижными трубными решетками, компенсатором или расширителем на кожухе:
 - Порядок расчета элементов кожухотрубчатых теплообменников;
 - Расчет на прочность элементов корпуса;
 - Поверочный расчет на прочность и жесткость решетки;
 - Поверочный расчет на прочность и устойчивость кожуха;
 - Проверка прочности и устойчивости труб;
 - Проверка крепления труб в решетке.

2) Расчет и конструирование колонных массообменных аппаратов (КМА)

- Колонные массообменные аппараты и основные требования к их конструкции;
- Требования к конструкции узлов ввода и вывода материальных потоков в КМА;
- Основные этапы расчета КМА, их краткая характеристика;
- Основные части КМА, их влияние на расчетные механические нагрузки;
- Основные расчетные механические нагрузки на корпус КМА;
- Происхождение эксцентрических нагрузок и их определение;
- Основные расчетные сечения корпуса КМА;
- Конструкция опорной обечайки и её расчетные сечения;
- Критерии надежности корпуса и опорной обечайки КМА;
- Конструкция нижнего опорного узла КМА и его расчетные размеры;
- Расчетная схема КМА для определения ветровой нагрузки, основные требования к ней;
- Расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость.

3) Расчет и конструирование аппарата с механической мешалкой

3.1) Подбор устройства для перемешивания и теплообмена на основе теплового расчета:

- Определение требуемого теплового потока;
- Расчет мощности, вводимой в аппарат перемешивающим устройством;
- Расчет мощности и глубины воронки для быстроходных мешалок;
- Расчет мощности для тихоходных мешалок;
- Определение среднего температурного напора;
- Расчет коэффициентов теплоотдачи для различных случаев теплообмена;
- Коэффициент теплоотдачи от среды к теплообменным устройствам при использовании тихоходных мешалок;
- Коэффициент теплоотдачи от среды к стенке аппарата при использовании быстроходных мешалок;

- Коэффициент теплоотдачи от воды в цилиндрической рубашке к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от воды в рубашке из полутруб к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в гладкой рубашке к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в рубашке из полутруб к стенке аппарата;
- Коэффициент теплоотдачи от воды в змеевике к стенке змеевика;
- Коэффициент теплоотдачи от греющего пара в змеевике к стенке змеевика.

3.2) Расчет однопролетного вала с сосредоточенными массами на виброустойчивость, жесткость и прочность:

- Принципиальная расчетная схема однопролетного вала;
- Исходные данные для расчета однопролетного вала;
- Расчет вала на виброустойчивость;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость гибких однопролетных валов.

3.3) Расчет консольного вала с сосредоточенными массами на виброустойчивость, жесткость и прочность:

- Принципиальная расчетная схема консольного вала;
- Исходные данные для расчета консольного вала;
- Расчет вала на виброустойчивость;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на прочность сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения для аппаратов с отражательными перегородками и с гладкими стенками;
- Расчет на прочность жестких сплошных и полых валов постоянного сечения для аппаратов без отражательных перегородок с внутренними устройствами;
- Расчет на жесткость гибких консольных валов;

- Расшифровать условные обозначения ТО.

Практические занятия:

- 1) Механический расчет основных элементов химического оборудования (4 часа).
- 2) Поверочный механический расчет кожухотрубчатого теплообменника (4 часа).
- 3) Поверочный механический расчет колонного аппарата (4 часа).
- 4) Тепловой и механический расчет аппарата с мешалками и внутренними устройствами (4 часа).

Лабораторные работы:

- 1) Разработка в среде MathCad программы механического поверочного расчёта по ГОСТ Р 52857.7—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты (26 часов).
- 2) Разработка в среде MathCad программ механического поверочного расчёта колонных аппаратов по ГОСТ Р 51273—99 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Определение расчетных усилий для аппаратов колонного типа от ветровых нагрузок и сейсмических воздействий. и ГОСТ Р 51274-99 Сосуды и аппараты. Аппараты колонного типа. Нормы и методы расчета на прочность (24 часа).
- 3) Разработка в среде MathCad программ механического поверочного расчёта по ГОСТ Р 52857.8—2007 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками, а также расчёт вала на виброустойчивость (22 часа).

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Расчет и конструирование основного оборудования отрасли» следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

ФОО Методы	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр. *, Мк**	СРС	К. пр.***
IT-методы	х	х	х			
Работа в команде	х	х	х			
Case-study						
Игра						
Методы проблемного обучения	х	х	х			
Обучение на основе опыта	х	х	х			
Опережающая самостоятельная работа		х	х			
Проектный метод		х	х			
Поисковый метод		х	х			
Исследовательский метод		х	х			
Другие методы						

* – Тренинг, ** – мастер-класс, ***– командный проект

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую самостоятельную работу (СРС) и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса,
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ,
- опережающую самостоятельную работу,
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

ТСР, ориентированная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов, включает в себя:

- поиск, анализ, структурирование и представление информации,
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- поиск стандартных и нестандартных технических решений для выполнения задач ИДЗ и ВКР.

6.2 Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

- Предложить вариант ТО по исполнению (кор. устойчивость) для заданных теплоносителей;
- Проанализировать правильность принятых конструктивных решений в предложенных вариантах кожухотрубных теплообменников. Прокомментировать обнаруженные ошибки и дать рекомендации по правильному решению;
- Подобрать три варианта кожухотрубных теплообменников по ГОСТам. Проанализировать преимущества и недостатки всех трёх вариантов по максимальному количеству признаков;
- Произвести расчёт колонны на ветровую нагрузку. Рассчитать сварной шов крепления корпуса колонны к опорной обечайке;
- Подобрать реактор с мешалкой по справочнику в соответствии с рекомендациями, но без теплообменного устройства. Произвести тепловой расчёт. Предложить вариант реализации теплообмена;
- Произвести расчёт вала мешалки на виброустойчивость, жёсткость и прочность. Предложить конструктивный вариант по устранению несоответствия показателей. Обосновать;
- Произвести расчёт фланцевого соединения крышки реактора на прочность и герметичность.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Умение искать и пользоваться ГОСТ, справочными данными при проектировании;
- Умение работать в программных средах, моделирующих оборудование и детали.

Темы курсовых проектов/работ:

Выбираются научным руководителем по согласованию со студентом.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Проверка выполнения самостоятельных работ;
- Устные опросы;
- Графическое представление найденных технологических решений в виде 3D-моделей, выполненных в специализированной программной среде.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Индивидуальное домашнее задание	Конкретизированные результаты обучения по модулю
Промежуточная аттестация	Зачет
Итоговая аттестация	Курсовой проект, ВКР, экзамен

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

- Примеры типового расчета оборудования, выполненные в соответствии с требованиями ООП;
- Билеты, содержащие три теоретических задачи на расчет;
- Экзаменационные билеты, содержащие три теоретических вопроса.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в

ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная:

- Семакина, Ольга Константиновна. Машины и аппараты химической технологии, нефтехимии и биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. К. Семакина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра общей химической технологии (ОХТ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader.

Схема доступа:

<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m245.pdf>

- Лашинский, Александр Александрович. Конструирование сварных химических аппаратов: справочник / А. А. Лашинский; под ред. А. Р. Толчинского. — 2-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008. — 384 с.: ил.— Библиогр.: с. 379.— ISBN 978-5-903034-37-6.
- Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов / М. Ф. Михалев [и др.]; под ред. М. Ф. Михалева. — 2-е изд., испр. и доп.— Москва: АРИС, 2010. — 310 с.: ил.— Библиография: с. 308. — ISBN 978-5-904673-05-5.
- Расчет и конструирование основного оборудования отрасли: учебное пособие / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 288 с.: ил.. — Библиогр.: с. 280-282..
- Анурьев, Василий Иванович. Справочник конструктора-машиностроителя [Электронный ресурс] : в 3-х т. / В. И. Анурьев. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Машиностроение, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.

Схема доступа:

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_01.pdf

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_02.pdf

http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2396_03.pdf

- Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли: учебное пособие в 2 ч. / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011-Ч. 1: Тонкостенные сосуды и аппараты химических производств. — 2011. — 300 с.: ил.— Библиогр.: с. 293-294.

Дополнительная:

- 2016 Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп.— репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013. — 576 с.: ил.— Библиогр.: с. 502-509.— ISBN 978-5-91872-031-8
- 2017 Госты: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/>

Используемое программное обеспечение:

- Беляев В.М., Чирков А.А. Расчет фланцевых соединений аппаратов. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 25 с.
- Беляев В.М., Чикулин С.М. Расчет на прочность обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 24 с.
- Беляев В.М., Чикулин С.М. Расчет сопряжения тонкостенных оболочек. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 8 с.
- Беляев В.М., Чирков А.А. Расчет элементов кожухотрубчатых теплообменников на механическую надежность. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 32 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность оболочек, нагруженных внутренним давлением. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 22 с.
- Беляев В.М. Поверочный расчет укрепления взаимовлияющих отверстий. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 9 с.
- Беляев В.М. Расчет на прочность укрепления отверстий. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998 8 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность и устойчивость оболочек, нагруженных наружным давлением, осевым сжимающим усилием, изгибающим моментом и поперечным усилием. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 16 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В., Чикулин С.М. Расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1998. 78 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет критических скоростей вращающегося вала. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 10 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет на прочность элементов аппарата высокого давления. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 30 с.
- Беляев В.М., Беляев М.В. Расчет быстровращающихся дисков методом прогонки. Программа для ПЭВМ в среде Quick BASIC. Томск: ТПУ, 1996. 6 с.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерный класс	2 корпус, 127 ауд., 10 мест
2	Лаборатории	2 корпус, 002 ауд., 014 ауд.

Программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта № 79, утвержденного «24» января 2011г. и на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» и профилю подготовки «Машины и аппараты химических производств».

Программа одобрена на заседании кафедры

Общей химической технологии

(протокол № _____ от «_____» _____ 2015 г.).

Автор(ы): доцент кафедры ОХТ, к.т.н. Тихонов В.В.

Рецензент(ы): доцент кафедры ОХТ, к.т.н. Беляев В.М.