



Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.07.2023 15:21:36  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 19 » февраля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**  
**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Направление подготовки  
**09.03.01 - Информатика и вычислительная техника**

Направленности программы бакалавриата  
**Системы автоматизированного проектирования**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.ДВ.06.02

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент Э.А. Павлова
Разработчик		доцент А.Н. Луцко

Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования технологического оборудования» обсуждена на заседании кафедры механики  
протокол от « 11 » 02 2021 № 1  
Заведующий кафедрой

Н.А. Марцулевич

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от « 16 » 02 2021 №5

Председатель

А.Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Т.Б. Чистякова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	07
4.3 Занятия лекционного типа .....	08
4.4. Занятия семинарского типа .....	10
4.4.1 Семинары, практические занятия .....	11
4.4.2. Лабораторные занятия .....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	12
4.5.1. Темы контрольных работ .....	13
4.5.2 Темы курсовых проектов .....	13
4.5.3 Темы индивидуальных заданий .....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	14
7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	15
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<p><b>ПК-15</b> Способен осуществлять компьютерное проектирование технологических процессов, типового, унифицированного оборудования и изделий</p>	<p><b>ПК-15.1</b> Выполнение расчетов элементов типового оборудования с использованием стандартных методик и компьютерных программ</p>	<p><b>Знать:</b> Основные модели реальных объектов и изделий (модели материала, формы, сил, отказов); виды деформаций; основные критерии работоспособности (ЗН-1) <b>Уметь:</b> Выполнять проектные и проверочные расчеты типовых элементов оборудования на прочность и жесткость с использованием компьютерных программ (У-1); <b>Владеть:</b> - навыками проведения стандартных механических испытаний материалов и изделий (Н-1);</p>
	<p><b>ПК-15.2</b> Автоматизированное проектирование типовых элементов оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> Основные этапы проектирования и их содержание; методы компьютерного проектирования типового оборудования и изделий (ЗН-2) <b>Уметь:</b> проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читать чертежи, изготавливать эскизы и другую техническую документацию; выбирать по каталогам стандартные узлы; оформлять графическую и текстовую документацию на технические средства в соответствии с действующими стандартами (У-2); <b>Владеть:</b></p>

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
		Навыками компьютерного проектирования простейших элементов оборудования (Н-2)

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.14.ДВ.01.02) и изучается на 3 курсе в 5-м семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Информатика», «Алгебра и геометрия», «Инженерная графика», «Химия», «Математический анализ», «Программирование».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы проектирования технологического оборудования» знания, умения и навыки могут быть использованы при освоении такой дисциплины, как «Основы проектирования химико-технологических систем», «Автоматика и автоматизация химико-технологических процессов», а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

## **3. Объем дисциплины.**

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/ 108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>76</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>32</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>2 РГР</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Работоспособность типовых элементов технологического оборудования	16		18	20	<b>ПК-15</b>
2	Основы проектирования типового оборудования и его элементов	20		18	12	<b>ПК-15</b>

#### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-15.1	Работоспособность типовых элементов технологического оборудования
2	ПК-15.2	Основы проектирования типового оборудования и его элементов

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Предмет и задачи основ проектирования технологического оборудования.</u></p> <p>Разделы механики, составляющие методологическую основу проектирования технологического оборудования (теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, взаимозаменяемость, расчет и конструирование).</p> <p>Общие понятия о технических устройствах и изделиях: деталь, узел, аппарат, машина, механизм, измерительный прибор, технологическая установка. Оборудование, как средство реализации технологических процессов.</p> <p>Понятие о проектировании. Проект как комплекс технической документации; содержание и назначение проекта технического устройства. Этапы проектирования в соответствии с ГОСТ. Понятие о расчете и конструировании с использованием стандартов.</p> <p>Жизненный цикл изделий машиностроения.</p> <p>Понятие о эффективности, надежности и экономичности изделий (технологического оборудования). Производственные и общетехнические требования предъявляемые к технологическому оборудованию.</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
	<p><u>Моделирование реальных объектов.</u></p> <p>Моделирование реальных объектов, как первый этап технологии их создания. Виды описаний (моделей) реального объекта (вербальное, графическое, физическое, математическое, компьютерное).</p> <p>Составляющие прочностной модели реального объекта:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>модель геометрической формы (материальная точка, стержень, оболочка, массив);</li> <li>модель материала (однородность, изотропность, упругость, пластичность, хрупкость);</li> <li>модель связей между твердыми телами;</li> <li>модель силового воздействия на объекты;</li> <li>модель отказа (нарушение прочности, жесткости, устойчивости);</li> <li>модель движения.</li> </ul>	2	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Расчет типовых стержневых элементов оборудования при статическом нагружении.</u></p> <p>Основы статики. Силы, моменты сил. Виды связей, реакции связей. Сила как мера механического взаимодействия тел.</p> <p>Внутренние усилия. Метод сечения. Виды деформации.</p> <p>Понятия о напряжениях, деформациях и перемещениях в твердом теле.</p> <p>Нормальные и касательные напряжения. Закон Гука при растяжении-сжатии и сдвиге.</p> <p>Механические характеристики материалов. Необходимость механических испытаний материалов и изделий. Диаграммы растяжения пластичного и хрупкого материалов.</p> <p>Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.</p> <p>Твердость материалов изделий и способы её определения.</p> <p>Черные и цветные металлы. Сплавы. Легированная сталь. Неметаллы. Области применения конструкционных материалов. Марки некоторых материалов.</p>	8	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Расчет типовых элементов оборудования, имеющие расчетную схему оболочки.</u></p> <p>Типовые тонкостенные оболочки. Уравнение Лапласа.</p> <p>Расчеты на прочность типовых оболочек, работающих под давлением.</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Основные типы соединений элементов оборудования.</u></p> <p>Соединения деталей и узлов как средство создания сложного оборудования.</p> <p>Неразъемные и разъемные соединения. Достоинства и недостатки.</p> <p>Соединения сваркой.</p> <p>Резьбовые соединения.</p>	4	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Элементы типового технологического оборудования</u></p> <p>Технологическое оборудование как способ практической реализации технологического процесса.</p> <p>Общие сведения о назначении и устройстве типовых технологических машин и аппаратов. Типовые элементы технологического оборудования.</p> <p>Виды корпусов машин и аппаратов (литые, сварные; разъемные, неразъемные; открытые, герметично закрытые, вертикальные, горизонтальные). Элементы корпуса аппарата. Способы соединения частей аппарата.</p> <p>Критерии работоспособности элементов оборудования (прочность, жесткость, устойчивость, коррозионная стойкость, термостойкость, герметичность и др.). Способы прогнозирования и обеспечения работоспособности; условия работоспособности. Виды моделей и примеры их использования в проектировании. Моделирование в проектировании технологических объектов.</p>	6	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Элементы привода химического аппарата;</u></p> <p>Технологическая машина. Структура и назначение машины и привода. Элементы электромеханического привода.</p> <p>Наиболее распространенные виды механизмов и механических передач.</p> <p>Интегральные характеристики (машины) привода аппарата: энергетические (мощность и коэффициент полезного действия технологической машины), кинематические (частота и скорость движения вала, передаточное отношение) и силовые (силы и моменты сил). Коэффициент полезного действия машины. Законы передачи мощности, скорости и момента.</p> <p>Элементы механических передач: шестерни, шкивы, валы (оси), подшипники, муфты.</p>	6	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	<u>Основные понятия и элементы взаимозаменяемости.</u> Номинальные (идеальные), действительные, предельные размеры деталей. Допуски размеров. Посадки. Шероховатости поверхностей. Допуски формы и расположения поверхностей.	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<u>Общие сведения о технологии конструкционных материалов</u> Литье. Обработка давлением. Механическая обработка (токарная, фрезерная, сверление). Сварка. Термообработка. Области применения технологий обработки материалов. Понятие о станках с числовым программным управлением	2	Презентация мультимедийными средствами

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Типовые элементы технологического оборудования.</u> Изучение конструкций на примере деталей, узлов и макетов оборудования. Обобщение типовых элементов по функциональному назначению, геометрическим признакам, направлению действующих сил или моментов сил (растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, изгиб). Составление расчетных схем представленных узлов.	2	Детали, узлы и макеты технологического оборудования
1	<u>Изучение конструкций и моделирование опорных устройств. Равновесие твердых тел.</u> Назначение и конструкции опорных устройств типовых элементов оборудования. Равновесие твердых тел. Определение реакций в стержневых элементах оборудования.	2	Макеты реальных объектов оборудования; компьютерное моделирование
1	<u>Внутренние усилия от внешнего воздействия (гравитации, давления, сопротивления движущейся среды). Метод сечений.</u> Определение внутренних усилий при растяжении и кручении типовых элементов в виде стержней, на примере вала в аппарате с мешалкой.	2	С использованием макетов, масштабного перехода; с применением компьютерного моделирования
1	<u>Внутренние усилия при изгибе стержневых элементов оборудования. Метод сечений.</u> Определение внутренних усилий при изгибе стержня (балки), на примере тихоходного (промежуточного) вала редуктора с применением масштабного перехода	4	Двухступенчатый цилиндрический редуктор, макеты. С применением компьютерного моделирования
1	<u>Механические характеристики стали. Диаграммы растяжения и сжатия</u> Испытания хрупких и пластичных материалов на растяжение и сжатие	2	Испытательная машина ИМ-4Р и ИМ-4А
1	<u>Напряжения и деформации при изгибе балки</u> Определение напряжений и деформаций при поперечном изгибе	2	Лабораторная установка
1	<u>Устойчивость</u> Продольный изгиб стержня	2	Лабораторная установка

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Твердость</u> Исследование твердости материалов изделий машиностроения	2	Пресс Бринелля Пресс Роквелла
2	<u>Изучение конструкции промышленного аппарата и макета аппарата с перемешивающим устройством.</u> Изучение элементов технологического аппарата. Определение габаритных, установочных и присоединительных размеров. Составление эскиза компоновки аппарата.	4	Промышленный аппарат и макет промышленного аппарата. С применением автоматизированного проектирования.
2	<u>Прочность типовых оболочек, нагруженных внутренним давлением.</u> Определение напряжения и несущей способности оболочек, нагруженных внутренним давлением	2	С применением компьютерного моделирования. Лабораторная установка
2	<u>Изучение элементов электромеханического привода аппарата.</u> Изучение конструкции механической передачи в виде зубчатого редуктора. Выбор привода аппарата. Мощность и КПД зубчатой передачи.	4	Зубчатый редуктор. Макеты механических передач.
2	<u>Изучение конструкции ротора перемешивающего устройства. Испытания на виброустойчивость.</u> Элементы ротора. Вал. Мешалка. Определение критической скорости вращения вала.	2	Макет аппарата с перемешивающим устройством. С применением компьютерного моделирования.
2	<u>Изучение и конструирование быстроходной мешалки</u> Разработка эскиза мешалки.	2	Макеты механизмов. С применением автоматизированного проектирования.
2	<u>Изучение муфт электромеханического привода</u> Изучение типовых конструкций механических муфт.	2	Набор механических муфт
2	<u>Изучение подшипников механических передач</u> Подшипники качения и скольжения	2	Набор подшипников качения

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. Часы	Форма контроля
1	Внутренние усилия в поперечных сечениях стержней. Расчеты на прочность и жесткость.	10	Устный опрос
1	Выбор типовых элементов аппарата. Проектные и проверочные расчеты элементов аппарата с использованием компьютерных программ	10	Проверка РГР 1. Устный опрос
2	Компьютерная разработка конструкций типовых элементов аппарата	12	Проверка РГР 1. Устный опрос

##### 4.5.1 Темы индивидуальных домашних заданий

1. Определение внутренних усилий в стержневых элементах оборудования при их растяжении-сжатии и кручении.

2. Определение внутренних усилий в стержневых элементах оборудования при их изгибе

3. Расчет на прочность и жесткость стержневых элементов оборудования при их растяжении-сжатии, кручении и изгибе

##### 4.5.2. Темы расчетно-графических работ.

РГР 1 – Разработка эскиза компоновки химического аппарата и его элементов.

РГР 2 – Разработка конструкций типовых элементов аппарата (прибора).

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета в 5-м семестре.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический во-

прос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков) или тестирования.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

#### Вариант № 1

1. **Технологические аппараты – назначение и основные элементы** Выбор конструкционного материала, конструкции и способов соединения элементов корпуса. *Критерии работоспособности использующиеся при проектировании аппарата.*
2. **Устойчивость продольно сжатых стержней.** Критическая сила. *Полный график критических напряжений.*
3. Задача.

Отдельные фрагменты вопросов в билете выделены шрифтом:

- полужирным шрифтом отмечены базовые положения по теме вопроса;
- обычным шрифтом – общие сведения по вопросу;
- курсивом – сведения повышенной сложности.

Пороговый уровень знаний предполагает правильное изложение базовых положений; средний уровень – базовых положений и общих сведений; высокий – базовых, общих и сведений повышенной сложности.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) печатные издания:**

1 Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний / В. А. Диевский. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2010. – 143 с. - ISBN 978-5-8114-1058-3

2 Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Сташевская ; Под редакцией Н. А. Марцулевича. – 2-е изд., перераб. и доп. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 143 с.

3 Техническая механика, Ч. I. Теоретическая механика. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ Н.А. Марцулевич, Е.Г. Матюшин, В.В. Федотов, [и др.].; Под редакцией Н.А. Марцулевича. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2009.–330 с.

4 Техническая механика. Ч. 2. Сопротивление материалов. Детали машин : учебное пособие / Н. А. Марцулевич, А. Н. Луцко, Д. А. Бартенев ; Под редакцией Н. А. Марцулевича. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 493 с.

5 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопrotивление материалов» : методические указания / О. В. Стaшевская, М. Д. Телепнев, А. Н. Луцко, [и др.] .; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 72 с.

**б) электронные издания:**

1 Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Стaшевская ; Под редакцией Н. А. Марцулевича. – 2-е изд., перераб. и доп. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 143 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2 Прикладная механика : учебное пособие / А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, В. М. Барановский, [и др.]. – 5-е изд., испр. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 273 с. - ISBN 978-5-905240-46-1. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3 Техническая механика, Ч. I. Теоретическая механика. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ Н.А. Марцулевич, Е.Г. Матюшин, В.В. Федотов, [и др.] .; Под редакцией Н.А. Марцулевича. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2009.–330 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4 Техническая механика. Ч. 2. Сопrotивление материалов. Детали машин : учебное пособие / Н. А. Марцулевич, А. Н. Луцко, Д. А. Бартенев ; Под редакцией Н. А. Марцулевича. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ химического машиностроения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 493 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопrotивление материалов» : методические указания / О. В. Стaшевская, М. Д. Телепнев, А. Н. Луцко, [и др.] .; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 72 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

**8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Основы проектирования технологического оборудования» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

## 10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- Microsoft Office, OpenOffice или LibreOffice,
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security,
- MathCAD,
- Компас 3DLT.

## 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

## 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения лабораторных работ используются персональные компьютеры, а также лабораторное оборудование:

1. испытательная машина на растяжение ИМ-4Р,
2. пресс Бринелля,
3. пресс Роквелла,
4. установка испытаний на устойчивость (продольно сжимаемый стержень для определения критической силы),
5. установка для изучения герметичности фланцевого соединения,
6. установка для изучения прочности и жесткости двухопорной балки,
7. испытательная машина на сжатие ИМ-4А,
8. установка для определения модуля сдвига при кручении МК-6,
9. установка для изучения прочности и жесткости консольной балки прямоугольного сечения,
10. сосуды для работы под давлением,
11. макет аппарата с перемешивающим устройством,
12. испытательная машина для определения модуля продольной упругости ЦДМ-10,
13. цилиндрические редукторы,
14. червячные редукторы,
15. набор подшипников,
16. набор механических муфт различных типов,

17. макеты типовых механизмов

18. установка для определения напряжений при срезе типовых деталей.

На занятиях демонстрируются плакаты и стенды с наглядными пособиями (более 100 шт.).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Основы проектирования технологического оборудования»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-15</b>	<b>Способен осуществлять компьютерное проектирование технологических процессов, типового, унифицированного оборудования и изделий</b>	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-15.1</b> Выполнение расчетов элементов типового оборудования с использованием типовых методик и компьютерных программ	<b>Знает:</b> Основные модели реальных объектов и изделий (модели материала, формы, сил, отказов); виды деформаций; основные критерии работоспособности (ЗН-1)	Ответы на вопросы № 1- 23 к зачёту.	воспроизводит базовые положения об основных моделях реальных объектов и изделий (модели материала, формы, сил, отказов); виды деформаций; основные критерии работоспособности; дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения об основных моделях реальных объектов и изделий (модели материала, формы, сил, отказов); виды деформаций; основные критерии работоспособности; дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью;	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения об основных моделях реальных объектов и изделий (модели материала, формы, сил, отказов); виды деформаций; основные критерии работоспособности; дает пояснения;
	<b>Умеет:</b> Выполнять проектные и проверочные расчеты типовых элементов оборудования на прочность и жесткость с использованием компьютерных программ (У-1)	Практические задания №30-39 к зачёту; индивидуальные задания; выполнение РГР	составляет алгоритм решения задачи по расчету типовых элементов на прочность и жесткость с использованием представленных исходных данных, записывает основные формулы,	составляет алгоритм решения задачи по расчету типовых элементов на прочность и жесткость, записывает формулы, необходимые для решения задачи, решает задачу с использова-	составляет алгоритм решения задачи, самостоятельно подбирает необходимые исходные данные, записывает основные формулы, необходимые для решения задачи по расчету ти-

			<p>необходимые для решения задачи, но не может применить свои знания для успешного решения задачи; выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками, но допускает небольшие ошибки и не может оценить правильность результатов</p>	<p>нием компьютерных программ, допускает несущественные ошибки; выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками при помощи компьютерных программ, но допускает небольшие ошибки в толковании результатов.</p>	<p>повых элементов оборудования на прочность и жесткость, решает задачу без ошибок, анализирует полученный результат; выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов оборудования по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками при помощи компьютерных программ, верно оценивает работоспособность элементов</p>
	<p><b>Владеет:</b> - навыками проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий из них (Н-1);</p>	<p>Выполнение заданий по лабораторным работам.</p>	<p>Под руководством преподавателя проводит эксперименты; получает диаграмму испытаний и данные для определения механических характеристик материалов, изделий; экспериментально определяет параметры изделий, но не может правиль-</p>	<p>Получает экспериментальную диаграмму испытаний и данные для определения механических характеристик материалов, изделий; экспериментально определяет параметры изделий, выявляет основные причины погрешностей изме-</p>	<p>Получает экспериментальную диаграмму испытаний и данные для определения механических характеристик материалов, изделий, экспериментально определяет параметры изделий, выявляет основные причины погрешностей изме-</p>

			но трактовать полученные результаты, допускает незначительные ошибки;	рений, частично объясняет полученные в ходе эксперимента эффекты, допускает незначительные ошибки в трактовке результатов;	рений, объясняет полученные результаты и соотношения
<b>ПК-15.2</b> Автоматизированное проектирование типовых элементов оборудования	<b>Знать:</b> Основные этапы проектирования и их содержание (ЗН-2)	Ответы на вопросы №2,3, 24 - 29 к зачёту	воспроизводит базовые положения о проектировании и конструировании, допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения, о проектировании и конструировании, допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о проектировании и конструировании, дает исчерпывающие пояснения, подкрепляемые примерами
	<b>Уметь:</b> проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читать чертежи, изготавливать эскизы и другую техническую документацию; выбирать по каталогам стандартные узлы; оформлять графическую и текстовую документацию на технические средства в соответствии с дей-	Выполнение РГР	Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Выбирает конструкционный материал, выбирает типовые элементы аппарата. Проводит оценку его надежности. С небольшими ошибками разрабатывает эскиз-	Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Выбирает конструкционный материал, выбирает типовые элементы аппарата. Проводит оценку его надежности. Разрабатывает эскизный проект. Выполняет про-	Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Выбирает конструкционный материал, выбирает типовые элементы аппарата. Проводит оценку его надежности. Разрабатывает эскизный проект. Правильно и са-

	<p>ствующими стандартами (У-2);</p>		<p>ный проект. Выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками. В расчетах делает незначительные ошибки, не влияющие на общую работоспособность аппарата. Разрабатывает фрагменты рабочей конструкторской документации: выполняет сборочный чертеж одной сборочной единицы (узла) с соответствующей спецификацией и рабочих чертежей. Допускает незначительные ошибки, в том числе в простановке размеров. Небрежно или несвоевременно оформляет всю техническую документацию в рамках РГР.</p>	<p>ектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками. В расчетах делает незначительные ошибки, не влияющие на общую работоспособность аппарата. Разрабатывает фрагменты рабочей конструкторской документации: выполняет сборочный чертеж одной сборочной единицы (узла) с соответствующей спецификацией и рабочих чертежей. Допускает незначительные ошибки в графической части. Своевременно оформляет всю техническую документацию в рамках РГР.</p>	<p>мостоятельно выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками. Разрабатывает фрагменты рабочей конструкторской документации: выполняет сборочный чертеж одной сборочной единицы (узла) с соответствующей спецификацией и рабочих чертежей. Своевременно оформляет всю техническую документацию в рамках РГР.</p>
--	-------------------------------------	--	---	---	--

	<b>Владеть:</b> Навыками компьютерного проектирования простейших элементов оборудования (Н-2)	Выполнение РГР	Разрабатывает эскиз компоновки аппарата и чертежи сборочных единиц и деталей, допускает небольшие ошибки в изображениях, надписях и размерах	Разрабатывает эскиз компоновки аппарата и чертежи сборочных единиц и деталей, допускает несущественные ошибки в размерах	Разрабатывает эскиз компоновки аппарата и чертежи сборочных единиц и деталей, не допуская ошибок

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-15

Примечание:

- базовые положения вопросов выделены **полужирным шрифтом**;
- общие сведения по вопросу набраны обычным шрифтом;
- сведения повышенной сложности в вопросе выделены *курсивом*.

1. **Понятие о технических устройствах, узлах и деталях. Основные типы технических устройств**, их назначение и отличительная характеристика. *Классификация деталей технических устройств. Примеры деталей и узлов.*
2. **Понятие о проектировании и о проекте технического устройства. Цели и задачи проектирования**. Название этапов проектирования в соответствии со стандартом. *Содержание этапов проектирования (виды и назначение технической документации).*
3. **Понятие о расчете и конструировании технических устройств**. Задачи, решаемые при расчете и конструировании. *Примеры использования стандартов при расчете и конструировании.*
4. **Понятие об эффективности, надежности и экономичности изделий (оборудования)**. Общетехнические требования предъявляемые к технологическому оборудованию. *Понятие о техническом уровне изделия.*
5. **Модель реального объекта**. Виды описаний (моделей) реального объекта. *Составляющие прочностной модели реального объекта.*
6. **Геометрические модели реального объекта**. Примеры реальных объектов и их геометрических моделей. *Параметры геометрических моделей разных видов.*
7. **Модель конструкционного материала**. Составляющие модели конструкционного материала. *Основные параметры конструкционного материала (примеры)*
8. **Моделирование силового взаимодействия тел**. Виды внешних силовых факторов. *Примеры силового взаимодействия твердых тел.*
9. **Три вида опорных устройств стержневых элементов оборудования; реакции, возникающие в опорных устройствах**. Способ и уравнения для определения опорных реакций. *Примеры определения опорных реакций для стержней, испытывающих растяжение-сжатие, кручение, изгиб.*
10. **Причина возникновения внутренних усилий. Использование метода сечений для определения внутренних силовых факторов**. Простые виды деформаций (формулировки) и соответствующие им внутренние усилия. *Примеры реальных объектов, испытывающих простые виды деформаций.*
11. **Внутренние усилия при растяжении-сжатии, кручении, изгибе**. Определение внутренних усилий методом сечений для простых видов деформаций, правила знаков; цель построения эпюр внутренних усилий. *Примеры построения эпюр внутренних усилий, и определения опасных сечений.*
12. **Понятия о напряжениях, деформациях и перемещениях в твердом теле**. Виды напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, кручении и изгибе стержневых элементов. *Расчетные формулы для определения напряжений при простых видах деформации стержневых элементов.*
13. **Закон Гука при растяжении-сжатии стержней (формула)**. Область применимости закона Гука; численное значение модуля упругости для стали. *Пример использования закона Гука для расчета деформаций растянутых (сжатых) стержневых элементов оборудования; условия жесткости.*

14. **Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге (формула).** Область применимости и формулировка закона Гука; численное значение модуля сдвига стали. *Обоснование кручения, как частного случая сдвига.*
15. **Диаграмма растяжения образца из пластичного материала.** Основные прочностные характеристики конструкционных материалов (перечисление и формулировки). *Диаграммы растяжения малопластичных и хрупких материалов.*
16. **Предельные напряжения по диаграммам растяжения (сжатия).** Допускаемые напряжения (формулировка, формула). *Способы назначения коэффициентов запасов прочности.*
17. **Условия прочности при простых видах сопротивления.** Проектные и проверочные расчёты при простых видах деформации. *Опасные точки сечения бруса (стержень при растяжении-сжатии), вала (кручение) и балки (изгиб).*
18. **Напряжения при изгибе стержня.** Сравнение напряжений при изгибе балки, расположенной плашмя или на ребро. *Расположение точек балки, в которых отсутствуют напряжения при изгибе.*
19. **Устойчивость продольно сжатых стержней.** Критическая сила. *Полный график критических напряжений.*
20. **Типовые оболочки, применяемые в конструкциях корпусов аппаратов.** Геометрические параметры тонкостенных осесимметричных оболочек. *Радиусы кривизны типовых оболочек, применяемых для изготовления аппаратов.*
21. **Напряженное состояние тонкостенной осесимметричной оболочки, нагруженной, внутренним давлением. Уравнение Лапласа.** Дополнительное уравнение равновесия оболочки. *Соотношение между кольцевыми и меридианными напряжениями цилиндрической оболочки.*
22. **Факторы, влияющие на толщину оболочек аппарата, нагруженных внутренним давлением.** Расчетная толщина стенки типовой оболочки. *Допускаемое давление тонкостенной оболочки.*
23. **Назначение, достоинства и недостатки разъемных и неразъемных соединений.** Классификация разъемных и неразъемных соединений. *Примеры расчета сварных и резьбовых соединений.*
24. **Технологические аппараты – назначение и основные элементы** Выбор конструкционного материала, конструкции и способов соединения элементов корпуса. *Критерии работоспособности используемые при проектировании аппарата.*
25. **Технологическая машина – назначение, функциональная схема, привод машины, основные узлы.** Интегральные параметры привода машины: мощность, КПД, передаточное отношение, крутящий момент. *Алгоритм выбора привода (двигателя) технологической машины.*
26. **Механизмы, понятия о звеньях, кинематических парах.** Классификация кинематических пар. *Подвижность механизма.*
27. **Механические передачи (МП), основные типы.** Функции, выполняемые механической передачей в машине. Законы передачи мощности, скорости и момента. *Сравнительная характеристика отдельных видов передач.*
28. **Основные способы изготовления деталей аппаратов и технологических машин.** Область применения различных способов изготовления элементов оборудования. *Примеры деталей и элементов машин и аппаратов изготавливаемых различными способами.*
29. **Виды моделей используемых при проектировании элементов оборудования.** Цели и порядок компьютерного моделирования при проектировании

элементов оборудования. *Пример алгоритмов составления 3-D моделей изделий машиностроения.*

**б) Практическое задание:**

30. Определить внутренние усилия и построить эпюру при растяжении-сжатии элемента, имеющего расчетную схему стержня.
31. Определить внутренние усилия и построить эпюру при кручении вала.
32. Определить внутренние усилия и построить эпюры при изгибе элемента оборудования в виде консольной балки. Определить опасное сечение.
33. Определить внутренние усилия и построить эпюры при изгибе элемента оборудования в виде двухопорной балки. Определить опасное сечение.
34. Определить напряжения в элементе конструкции при растяжении-сжатии. Построить эпюру.
35. Выполнить проектный расчет растянутого (сжатого) элемента в виде стержня.
36. Определить напряжения при кручении вала. Построить эпюру.
37. Выполнить проектный расчет вала.
38. Определить нормальные напряжения при изгибе. Построить эпюру.
39. Выполнить проектный расчет элемента в виде балки.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше (1 – 29), а также практическое задание (вопросы 30 – 39).

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.