

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.07.2021 15:42:40  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 года

**Рабочая программа дисциплины**

**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

Специальность

**18.05.01 – Химическая технология энергонасыщенных  
материалов и изделий**

Специализация:

**№1 «Химическая технология органических соединений азота».**

**№2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и  
твердых ракетных топлив».**

**№3 «Технология энергонасыщенных материалов и изделий».**

**№4 «Технология пиротехнических средств».**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра: **механики**

Санкт-Петербург  
2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик, ст. преподаватель		М. Д. Телепнев
Разработчик, ст. преподаватель		Л. Н. Галуза
Разработчик, доцент		Л. И. Погребная
Разработчик, доцент		А. Н. Луцко

Рабочая программа дисциплины «Прикладная механика» обсуждена на заседании кафедры механики

протокол от « 23 » марта 2017 г. № 21.

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Н. А. Марцулевич

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от « 25 » апреля 2017 г. № 4.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Луцко

### СОГЛАСОВАНО:

Руководитель специальности

«Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» \_\_\_\_\_

В. В. Самонин

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	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3	Объем дисциплины	6
4	Содержание дисциплины	7
	4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	7
	4.2 Занятия лекционного типа	8
	4.3 Занятия семинарского типа	13
	4.3.1 Практические занятия	13
	4.3.2 Лабораторные занятия	14
	4.4 Самостоятельная работа	16
	4.4.1 Темы индивидуальных домашних заданий	17
	4.4.2 Темы контрольных работ	17
	4.4.3 Темы расчётно-графических работ	17
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	18
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	18
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	23
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	23
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	24
	10.1 Информационные технологии	24
	10.2 Программное обеспечение	24
	10.3 Информационные справочные системы	25
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	25
	Приложение № 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	26

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

Прикладная механика – комплексная учебная дисциплина, включающая в себя разделы таких классических дисциплин механики, как теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин.

Целями освоения дисциплины «Прикладная механика» являются изучение студентами общих законов механического взаимодействия и движения материальных тел, методов определения механических характеристик материалов, принципов создания и надежной эксплуатации технологического оборудования химических предприятий различного профиля.

Основными задачами изучения прикладной механики являются:

- освоение основных положений механики и физико-математических методов, облегчающих расчёты различных технических устройств (механизмов, машин, технологических аппаратов и т.д.);

- овладение общими принципами расчетов типового химического оборудования, его функциональных узлов и типовых деталей по главным критериям работоспособности;

- формирование у студентов на основе требований межотраслевых комплексов стандартов системного инженерного мышления в области проектирования и эксплуатации современного химического оборудования;

- ознакомление студентов с методами выбора по каталогам типовых функциональных узлов и механизмов машин и аппаратов с расчетной оценкой их работоспособности.

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения дисциплины:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<p style="text-align: center;"><b>Знать:</b></p> основные положения теоретической части механики: понятия и методы статики, кинематики и динамики; назначение, устройство и применение типовых элементов технологического оборудования; особенности деталей машин: конструкции и порядок расчета деталей оборудования технологических производств.

		<p><b>Уметь:</b> проводить расчетную оценку работоспособности и безопасности разработанных устройств в применении к заданным производственным условиям.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками по применению типовых методов статики, кинематики и динамики для исследования и решения задач механики применительно к оборудованию и механизмам, используемых в технологических производствах.</p>
<b>ПК-11</b>	Способность применять современные методы исследования, <b>проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов</b>	<p><b>Знать:</b> базовые положения сопротивления материалов: теоретические и практические основы проведения стандартных испытаний материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить на испытательных машинах и приборах исследования физико-механических свойств материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий из них.</p>
<b>ПК-17</b>	Способность использовать информационные технологии при разработке проектов	<p><b>Знать:</b> основные этапы проектирования надежного оборудования и правила оформления конструкторской документации; методы расчета типовых деталей и узлов технологического оборудования по их главным критериям работоспособности, в том числе расчеты на прочность и жёсткость упругих тел.</p> <p><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 функциональные узлы и механизмы для комплектации машинных агрегатов, оформлять графическую и текстовую документацию на технические изделия в соответствии с действующими стандартами; проводить проверочные и проектные расчеты деталей и узлов технологического оборудования по главным критериям</p>

		<p>работоспособности, в том числе выполнять расчеты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей технологического оборудования для простых видов деформаций, делать соответствующие выводы о коэффициенте безопасности изделия.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками проектирования простейших аппаратов химической, нефтехимической и биохимической промышленности.</p>
--	--	---

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Прикладная механика относится к базовой части (Б1.Б.12). Данная дисциплина изучается на втором и третьем курсе с 3 по 5 семестр.

Предмет дисциплины «Прикладная механика» – изучение поведения твёрдого недеформируемого тела под нагрузками, теоретические основы проектирования технических устройств на базе использования основных положений механики, а также исходной информации о параметрах технологического процесса и оборудования для его реализации. «Прикладная механика» является частью предмета химической технологии как целого и занимает важное место в системе профессиональной подготовки химиков-технологов.

В методическом плане дисциплина «Прикладная механика» опирается на компетенции, сформированные при изучении предшествующих дисциплин: «математика», «физика», «информатика», «химия», «инженерная графика», «материаловедение», «электротехника и промышленная электроника».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Прикладная механика» знания, умения и навыки необходимы для последующего изучения специальных дисциплин, при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в его дальнейшей деятельности в качестве инженера-технолога проектных, научно-исследовательских институтов и химических предприятий.

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц /академических часов)	7 / 252
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	146

Вид учебной работы	Всего академических часов
	Очная форма обучения
1) Занятия лекционного типа	54
2) Занятия семинарского типа, в т.ч.:	72
а) Практические занятия	18
б) Лабораторные работы	54
3) Контроль самостоятельной работы (КСР), (из них курсовое проектирование)	20 (18)
4) Курсовое проектирование (КР или КП)	КП
5) Другие виды контактной работы (зачет, экзамен)	Зачет, экзамен
<b>Самостоятельная работа</b>	79
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Одна контрольная работа, Две расчетно-графические работы
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Два зачёта, КП, экзамен (27)

## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академические часы	Занятия семинарского типа, академич. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
		Практические занятия	Лабораторные работы		
1 Основопологающие понятия и методы теоретической механики (3-й семестр)	18	18	-	18	ОПК-1
2 Прочность и жесткость упругих тел (4-й семестр)	18	-	36	34	ПК-11
3 Расчёт типовых элементов оборудования химической промышленности (5 семестр)	18	-	18	27	ОПК-1 ПК-17

## 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Механическое движение.</u> Кинематика движения точки и твердого тела. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений точки. Ускорение Кориолиса. Правило Жуковского</p>	6	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Статика.</u> Основные понятия и определения. Связи и их реакции. Момент силы относительно центра и относительно оси. Момент пары сил как свободный вектор. Эквивалентность пар. Теорема о сложении пар. Приведение силы к центру (метод Пуансо). Приведение к центру системы сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Условия равновесия твердого тела под действием системы сил. Различные виды систем сил и уравнения их равновесия</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Динамика.</u> Основные законы. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных координатах. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера. Основное уравнение динамики относительного движения точки. Принцип относительности механики. Количество движения материальной точки. Импульс силы. Изменение количества движения материальной точки. Момент движения материальной точки. Изменение момента количества движения. Закон сохранения</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
1	<p><u>Работа силы.</u> Работа силы на конечном перемещении точки. Теорема о работе равнодействующей. Примеры вычисления работы некоторых сил. Изменение кинетической энергии материальной точки. Потенциальное силовое поле. Силовая функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии материальной точки</p>	2	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Колебательная система.</u> Свободные незатухающие колебания материальной точки. Влияние сопротивления на свободные колебания. Аперiodическое движение. Вынужденные колебания точки без учета и с учетом линейного сопротивления. Резонанс	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<u>Технические устройства и изделия.</u> Технологические нагрузки и воздействия на элементы оборудования. Главные критерии и условия работоспособности оборудования. Виды моделей: вербальная, графическая, физическая, математическая, компьютерная. Переход от объекта к его моделям - расчётным схемам для проведения расчётов по критериям работоспособности. Расчётная схема, как комплекс нескольких моделей: геометрической формы, нагрузок, материала, предельного состояния детали. Понятие о внутренних усилиях, напряжениях и деформациях деталей технологического оборудования. Метод сечений. Простые виды деформации и внутренние силовые факторы при растяжении, сжатии, сдвиге, кручении и изгибе. Полное, нормальное и касательные напряжения в точке. Внутренние усилия, напряжения и деформации при растяжении – сжатии; правила знаков. Закон Гука. Модуль упругости первого рода. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона)	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<u>Механические характеристики.</u> Экспериментальное исследование механических свойств конструкционных материалов. Диаграммы растяжения и сжатия материалов. Характеристики прочности, упругости, пластичности, твердости, усталости материалов. Влияние температуры и фактора времени. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Расчеты на прочность и жесткость стержней при их растяжении – сжатии. Примеры элементов конструкций, испытывающих растяжение или сжатие. Условие прочности. Проектные, проверочные расчёты, расчёты на допускаемую нагрузку. Эпюры напряжений по сечению стержня. Напряжения на наклонных площадках	2	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Сдвиг, кручение и изгиб.</u>  Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Расчеты на срез и смятие. Напряжения и деформации при кручении. Геометрические характеристики поперечных сечений. Условие прочности и жесткости при кручении. Рациональные по затратам материала формы поперечных сечений. Дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом. Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений по высоте поперечного сечения стержня. Условия прочности</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Перемещения при изгибе.</u>  Дифференциальное уравнение оси изогнутого стержня и методы его интегрирования. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями в стержне и его прогибами и углами поворота поперечных сечений. Условия прочности и жесткости. Пути снижения материалоемкости оборудования. Понятие о статически неопределимых системах</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Анализ напряженно деформированного состояния нагруженного тела.</u>  Теории прочности. Напряженное и деформированное состояние материала в точке. Главные площадки и главные напряжения. Линейное, плоское и объемное напряженное состояние. Закон парности касательных напряжений. Деформации при плоском и объемном напряженных состояниях. Обобщенный закон Гука. Модели предельных состояний конструкционных материалов и теории прочности. Развитие учения о прочности и разрушении материалов</p>	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<p><u>Прочность стержней при их сложном нагружении.</u>  Элементы конструкций, испытывающих изгиб с растяжением, кривой изгиб, кручение и сдвиг, кручение с изгибом. Напряженное состояние при сложном нагружении. Опасное поперечное сечение и опасная точка сечения. Эквивалентные напряжения. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление</p>	2	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Устойчивость сжатых стержней.</u> Конструкции и их расчетные схемы. Природа явления потери устойчивости. Определение критической сжимающей силы и критического напряжения при упругих деформациях стержня. Рациональные по затратам материалов формы поперечных сечений сжимаемых элементов химического оборудования	2	Презентация мультимедийными средствами
2	<u>Требование к оборудованию и изделиям отрасли.</u> Номенклатура количественных показателей качества (безопасность, надежность, экономичность и др.). Основные характеристики надёжности. Пути повышения надежности химического оборудования. Анализ зависимости интенсивности отказов от времени эксплуатации	2	Презентация мультимедийными средствами
3	<u>Тенденции развития химической технологии и химического машиностроения.</u> Стадии разработки технической документации. Особенности проектирования и конструирования химического оборудования. Тонкостенные обечайки и днища, нагруженные внутренним давлением. Рабочее, расчетное, условное и пробное давление. Геометрические параметры осесимметричных оболочек. Напряженное состояние оболочки, нагруженной внутренним давлением. Формула Лапласа и дополнительное уравнение. Расчет типовых оболочек на прочность	4	Презентация мультимедийными средствами
3	<u>Аппараты с рубашками и вакуумные аппараты.</u> Устойчивость тонкостенных оболочек, нагруженные наружным давлением. Назначение колец жесткости и их расчет. Пути экономии материала. Устойчивость длинных и коротких цилиндрических обечаек. Нормы проектирования и безопасной эксплуатации аппаратов, работающих под наружным давлением	2	Презентация мультимедийными средствами
3	<u>Типовые элементы, моделируемые в форме массива.</u> Конструктивные особенности аппаратов высокого давления, гидравлических прессов, прессформ для изготовления полимерных и резинотехнических изделий. Распределение напряжений по толщине оболочки и условие ее прочности	1	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><u>Основные типы машин и механизмов.</u>  Понятие о механической передаче. Элементы механизмов (звено, кинематическая пара, кинематическая цепь). Структура механизмов. Кинематические параметры механизмов. Типовые детали и функциональные узлы механизмов и машин. Приводы машин. Назначение механической передачи в приводе. Разновидности механических передач. Законы передачи мощностей, моментов. КПД сложной машины. Главные критерии работоспособности элементов машинного агрегата: прочность, усталость, жесткость, виброустойчивость, износостойкость</p>	1	Презентация мультимедийными средствами
3	<p><u>Механизмы передачи вращательного движения.</u>  Разновидности и кинематика фрикционных передач. Силы, действующие в передаче. Вариаторы в регулируемом приводе. Диапазон регулирования. Особенности выбора и расчета. Достоинства и недостатки передач трением. Классификация, кинематические и геометрические параметры ременных передач. Усилия и напряжения в ремнях. Зубчатые механизмы для передачи и преобразования параметров вращательного движения. Элементы теории зацепления. Эвольвентное зацепление. Геометрический расчет эвольвентных прямозубых и косозубых передач. Кинематика передач. Усилия в зацеплении. Главные критерии работоспособности. Типовые редукторы приводов химического оборудования</p>	4	Презентация мультимедийными средствами
3	<p><u>Подшипники и муфты.</u>  Валы и оси, назначение, конструктивные элементы, материалы. Опоры осей и валов. Назначение и разновидности. Подшипники качения: конструкции и область применения отдельных типов, материалы, критерии работоспособности, выбор по каталогам. Алгоритм расчета подшипников. Типовые конструкции опорных узлов осей и валов. Подшипники скольжения. Область применения, материалы. Критерии работоспособности. Проверочные расчеты. Муфты для соединения валов. Классификация. Выбор муфт. Конструкции и проверочные расчеты</p>	2	Презентация мультимедийными средствами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Соединение деталей.</u> Неразъемные соединения элементов химического оборудования. Классификация соединений. Соединения неразъемные и разъемные. Область применения, достоинства и недостатки. Особенности расчета на прочность при нагружении соединения силой, силой и моментом. Сварные соединения. Классификация сварных швов, их условное обозначение на чертежах. Расчеты на прочность стыковых и угловых сварных швов. Конструкции и расчет паяных и клеевых соединений	2	Презентация мультимедийными средствами
3	<u>Разъемные соединения.</u> Классификация. Штифтовые, шпоночные и шлицевые соединения. Основные виды шпонок и шлицев. Расчет шпоночных и шлицевых соединений. Резьбовые соединения, виды резьбы и их основные параметры. Трение в резьбе. Предохранение соединений от самоотвинчивания. Особенности расчета на прочность	2	Презентация мультимедийными средствами

### 4.3 Занятия семинарского типа

#### 4.3.1 Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Кинематика точки.</u> Определение и исследование траектории точки по заданным уравнениям ее движения.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Кинематика точки.</u> Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения различными способами.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.</u> Кинематические характеристики вращения и связь между ними; скорости и ускорения точек вращающегося тела.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Сложное (составное) движение точки.</u> Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки; ускорение Кориолиса	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Равновесие произвольной плоской системы сил.</u> Момент силы и пары сил, уравнение равновесия, решение задач на нахождение реакций связей	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Прямолинейное движение.</u> Дифференциальные уравнения движения материальной точки	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Криволинейное движение.</u> Дифференциальные уравнения движения материальной точки	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Основные теоремы динамики материальной точки.</u> Теоремы об изменении импульса и кинетической энергии	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
1	<u>Смешанные задачи динамики точки.</u> Основные теоремы, принцип Даламбера	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Внутренние усилия при растяжении (сжатии) и кручении элементов оборудования, имеющих расчётную схему стержня с жесткой заделкой на одном конце	2	Компьютерное моделирование
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему консольной балки с жесткой заделкой на одном конце	2	Компьютерное моделирование
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему однопролетной балки на двух шарнирных опорах	2	Компьютерное моделирование

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему однопролетной балки на двух шарнирных опорах с консольной частью	2	Компьютерное моделирование
2	Стандартные испытания материалов на растяжение	2	Испытательная машина ИМ-4Р
2	Стандартные испытания материалов на сжатие	2	Испытательная машина ИМ-4А
2	Определение модуля упругости материалов	2	Испытательная машина ЦДМ-10
2	Определение модуля сдвига материалов	2	Испытательная машина МК-6
2	Испытание материалов на твердость методом Бринелля	2	Пресс Бринелля
2	Испытание материалов на твердость методом Роквелла	2	Пресс Роквелла
2	Определение коэффициента Пуассона при растяжении	2	Испытательная машина Р-5
2	Испытание пластмасс на релаксацию напряжений	2	Испытательная машина ИМ-4А
2	Испытание на прочность и жесткость балки при плоском поперечном изгибе	2	Лабораторная установка
2	Испытание на прочность и жесткость балки при косом изгибе	2	Лабораторная установка
2	Испытание на устойчивость стержней при продольном изгибе	2	Лабораторная установка
2	Определение напряжений и деформаций в элементах конструкций, испытывающих растяжение (сжатие)	2	Компьютерное моделирование
2	Определение напряжений и деформаций в элементах конструкций, испытывающих кручение	2	Компьютерное моделирование
2	Определение прогибов оси и углов поворота сечений балки при изгибе	2	Компьютерное моделирование
3	Термопрочность элементов теплообменника	2	Лабораторная установка
3	Прочность оболочек аппаратов	2	Лабораторная установка
3	Герметичность фланцевого соединения	2	Лабораторная установка
3	Изучение конструкций механических передач	2	Редукторы
3	Изучение конструкций муфт для соединения валов	2	Соединительные муфты

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	Виброустойчивость валов быстроходных мешалок	2	Лабораторная установка
3	Изучение конструкций и потерь на трение подшипников качения	2	Лабораторная установка
3	Изучение конструкций и структуры типовых механизмов	2	Модели
3	Кинематика механизмов. Метод векторных контуров	2	Компьютерное моделирование

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Кинематика: преобразование простейших видов движения; основные типы передаточных механизмов	10	Контрольная работа № 1
1	Статика: равновесие сил с учетом трения; равновесие составных конструкций; центр параллельных сил и его свойства; центр тяжести твердого тела	10	
1	Динамика: основные понятия динамики механической системы и твердого тела (центр масс, количество движения, кинетическая энергия, моменты инерции, основы теории удара)	16	
2	Проработка теоретического материала по прочитанным темам данного раздела прикладной механики	2	-
2	Использование метода сечений для определения внутренних усилий в стержнях при растяжении-сжатии и кручении	2	РГР-1
2	Использование метода сечений для определения внутренних усилий в стержнях при изгибе	2	РГР-1
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при растяжении-сжатии, определение опасного сечения; освоение методики расчёта стержней на жёсткость при растяжении-сжатии	2	РГР-2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при кручении, определение опасного сечения; расчёт стержней на жёсткость при кручении	2	РГР-2
2	Проектный и проверочный прочностные расчёты стержней при поперечном изгибе, определение опасного сечения; расчёт стержней на жёсткость при изгибе	3	РГР-2
2	Подготовка к сдаче зачёта по разделам учебной дисциплины.	3	Тестирование
3	Выбор типовых элементов для компоновки аппарата и оценка надежности выбранного варианта	2	РГР-3
3	Расчёт элементов корпуса аппарата	6	КП
3	Расчёт элементов механического перемешивающего устройства	9	КП
3	Оформление графической части проекта	10	КП

#### 4.4.1 Темы индивидуальных домашних заданий

- 1 Определение кинематических характеристик движения точки по заданным уравнениям ее движения в координатной форме.
- 2 Естественный способ задания движения точки.
- 3 Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.
- 4 Равновесие произвольной плоской системы сил.
- 5 Основные теоремы динамики материальной точки.
- 6 Смешанные задачи динамики точки.

#### 4.4.2 Темы контрольных работ

- 1 Статика. Кинематика (сложное движение точки) – работа № 1, а.
- 2 Динамика (дифференциальные уравнения движения точки) – работа № 1, б.

#### 4.4.3 Темы расчётно-графических работ

- 1 Внутренние силовые факторы в типовых элементах химического оборудования при их растяжении, сжатии, кручении и изгибе (РГР-1).
- 2 Прочность и жесткость типовых элементов химического оборудования при их растяжении, сжатии, кручении и изгибе (РГР-2).

## **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 Медия: <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 по первому и второму разделу в форме зачета в виде тестирования на компьютере или устно, по третьему разделу в виде защиты курсового проекта (КП). Экзамен проводится после защиты КП по материалам второго и третьего раздела. Перечень вопросов к зачету и экзамену помещен в Приложении 1.

К сдаче зачета, защиты КП и экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку усвоения знаний, соответствующих элементов компетенций, и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

Во время сдачи зачета по тестам студент отвечает на 25 вопросов в течение 45 минут при случайной выборке, а при устном ответе - три вопроса из перечня вопросов, в этом случае время на подготовку студенту дается до 30 мин.

Защита КП носит публичный характер и оценивается комиссией, состоящей из руководителя проекта и других преподавателей кафедры.

### **Темы курсовых проектов**

Курсовое проектирование посвящено разработке типовых химических аппаратов на примере аппарата с мешалкой. Задания (43200 вариантов) приведены в учебном пособии. По номеру варианта уточняется конкретный тип аппарата и соответственно конкретизируется тема проекта, указываемая на титульном листе.

Аппараты отличаются типами корпусов, типоразмерами перемешивающих устройств, параметрами рабочих сред (наименование основных компонентов, плотность, концентрация) и технологических процессов (давление избыточное и остаточное, температура).

Стадии курсового проекта соответствует стадиям проектирования по ГОСТ 2.103.68: техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочая конструкторская документация. Этап составления технического предложения в курсовом проектировании не выполняется, что соответствует практике проектирования типового оборудования.

Основными темами являются:

- проектирование аппарата ВЭЭ с трехлопастной мешалкой;
- проектирование аппарата ВКЭ с трехлопастной мешалкой;
- проектирование аппарата ВЭЭ с турбинной открытой мешалкой;
- проектирование аппарата ВКЭ с турбинной открытой мешалкой;
- проектирование аппарата ВЭЭ с лопастной мешалкой;
- проектирование аппарата ВКЭ с лопастной мешалкой;
- проектирование аппарата ВЭЭ с рамной мешалкой;
- проектирование аппарата ВКЭ с рамной мешалкой.

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

### **Основная литература по первому разделу дисциплины**

(основополагающие понятия и методы статики, кинематики и динамики)

1 Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учеб. для вузов / С. М. Тарг. – М. : Высшая школа, 2010. – 416 с.

2 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / А. А. Яблонский, С. С. Норейко, С. А. Вольфсон и др. ; под общ. ред. А. А. Яблонского. Изд. 14-е, стер. – М. : Интеграл-Пресс, 2006. – 384 с.

3 Иванов, Ю. А. Вращательное движение твердого тела : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 21 с. (+ ЭБ).

4 Иванов, Ю. А. Плоскопараллельное движение : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 44 с. (+ ЭБ).

5 Иванов, Ю. А. Контрольные задачи на вращательное движение по кинематике : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. (+ ЭБ).

6 Иванов, Ю. А. Теорема об изменении кинетической энергии : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. (+ ЭБ).

7 Колпакова, Л. В. Дифференциальные уравнения движения материальной точки : метод. указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.

8 Диевский, В. А. Теоретическая механика. Интернет-тестирование базовых знаний / В. А. Диевский. – СПб. : Изд-во «Лань», 2010. – 143 с.

### **Дополнительная литература**

1 Яблонский, А. А. Курс теоретической механики : учеб. пособие / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. – Изд. 14-е, испр. – СПб. : Изд-во «Лань», 2007. – 603 с.

### **Вспомогательная литература**

1 Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / И. В. Мещерский. – Изд. 50-е, стер. СПб. : Изд-во «Лань», 2005. – 448 с.

2 Никитин, Н. Н. Курс теоретической механики / Н. Н. Никитин. – М. : Высш. школа, 1990. – 607 с.

3 Иванов, Ю. А. Динамика механической системы : метод. указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2003. – 68 с.

4 Иванов, Ю. А. Системный анализ функционирования технологического оборудования с использованием законов теоретической механики / Ю. А. Иванов. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2002. – 75 с.

5 Колпакова, Л. В. Основные теоремы динамики точки. Принцип Даламбера : метод. указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2005. – 27 с.

6 Ивков Ю. А. Кинематика точки : метод. указания / Ю. А. Ивков. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2005. – 25 с.

### **Основная литература**

#### **по второму разделу дисциплины**

(расчёт на прочность и жёсткость упругих тел)

#### **по третьему разделу дисциплины**

(расчёт типовых элементов оборудования биохимической промышленности)

1 Лабораторный практикум по прикладной механике : учеб. пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Шашевская ; под ред. Н. А. Марцулевича. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 144 с. (+ ЭБ).

2 Мильченко, А. И. Прикладная механика : в 2 ч. Ч.1 : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А. И. Мильченко. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

3 Мильченко, А. И. Прикладная механика : в 2 ч. Ч.2 : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А. И. Мильченко. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 256 с.

4 Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учеб. пособие для вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин ; под ред. М. Ф. Михалева. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Изд-во дом «Арис», 2010, – 309 с.

5 Лашинский, А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справ. / А.А. Лашинский ; под ред. А.Р. Толчинского. – Изд. 2-е, стер. – М. : Изд-во «Альянс», 2008. – 383 с.

6 Прикладная механика : учеб. пособие / А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, В. М. Барановский, В. З. Борисов, В. А. Яковенко, Н. А. Марцулевич. – Изд. 5-е, испр. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 273 с. (+ ЭБ).

7 Техническая механика, Часть I. Теоретическая механика, Теория механизмов и машин : учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, Е. Г. Матюшин, В. В. Федотов, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев ; под ред. Н. А. Марцулевича. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 330 с. (+ ЭБ).

8 Техническая механика, Часть II. Сопротивление материалов, Детали машин : учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, А. Н. Луцко, Д. А. Бартенев ; под ред. Н. А. Марцулевича. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 493 с. (+ ЭБ).

9 Луцко, А. Н. Исследование кинематики кривошипно-ползунного механизма графическим и аналитическим методами : метод. указания к лабораторной работе / А. Н. Луцко, Э. А. Павлова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 26 с. (+ ЭБ).

10 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопротивление материалов» : метод. указания / О. В. Сташевская, М. Д. Телепнев, А. Н. Луцко, Н. А. Марцулевич, Л. Н. Шмакова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 72 с. (+ ЭБ).

### **Дополнительная литература**

1 Смелягин, А. И. Структура механизмов и машин : учеб. пособие / А. И. Смелягин. – М. : Высш. школа, 2006. – 304 с.

### **Вспомогательная литература**

1 Барановский, В. М. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней : метод. указания / В. М. Барановский, М. Д. Телепнев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2003 – 39 с.

2 Степин, П. А. Сопротивление материалов : учеб. для вузов / П. А. Степин. – 9-е изд., испр. М. : Интеграл-Пресс, 1997. – 320 с.

3 Поляков, А. А. Механика химических производств : учеб. пособие для вузов / А. А. Поляков. – Изд. 2-е, стер. – М. : Изд-во ООО «Путь», ООО ТИД «Альянс», 2005. – 392 с.

4 Бартенев, Д. А. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях стержней : метод. указания / Д. А. Бартенев, Н. А. Марцулевич, О. В. Сташевская. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2004. – 60 с.

5 Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учеб. для вузов / В. И. Феодосьев. – М. : Наука, 1986. – 560 с.

6 Мильченко, А. И. Особенности расчета типовых элементов химического оборудования : текст лекций / А. И. Мильченко. – Л. : ЛТИ им. Ленсовета. Ч. 1 : 1983 – 52 с., Ч. 2 : 1984 – 43 с., Ч. 3 : 1985 – 52 с., Ч. 4 : 1987 – 61 с., Ч. 5 : 1989 – 61 с., Ч. 6 : 1990 – 70 с.

7 Мильченко, А. И. Особенности расчета типовых элементов роторного химического оборудования : текст лекций / А. И. Мильченко. – Л. : ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 118 с.

8 Мильченко, А. И. Особенности расчета и безопасной эксплуатации типовых элементов химического оборудования. Примеры и задачи : учеб. пособие / А. И. Мильченко, В. З. Борисов. – Л. : ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 112 с. ; СПб. : 1992. – 116 с.

9 Мильченко, А. И. Изучение структуры и динамики машин химических производств : метод. указания / А. И. Мильченко, В. В. Федотов. – Л. : ЛТИ им. Ленсовета, 1991. – 32 с.

10 Яблонский, А. А. Курс теоретической механики, ч. I, II. / А. А. Яблонский. – М. : Высш. школа, 2004. – 488 с.

11 Решетов, Д. Н. Детали машин : учеб. для вузов / Д. Н. Решетов. – М. : Машиностроение, 1989. – 665 с.

12 Конструирование и расчет машин химических производств : учеб. для вузов / под ред. Э. Э. Кольман-Иванова. – М. : Машиностроение, 1985. – 408 с.

13 Плановский, А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии / А. Н. Плановский, П. И. Николаев. – М. : Химия, 1987. – 496 с.

14 Методические указания к лекциям по курсу "Прикладная механика" с использованием учебного телевидения. / Сост. : О. Д. Афонин ; под ред. А. И. Мильченко. – Л. : ЛТИ им. Ленсовета, 1985. – 60 с.

15 Марцулевич, Н. А. Надежность химико-технологических систем : учеб. пособие / Н. А. Марцулевич, В. З. Борисов. – СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – 149 с.

16 Смирнов, Г. Г. Конструирование безопасных аппаратов для химических и нефтехимических производств : справ. / Г. Г. Смирнов, А. Р. Толчинский, Т. Ф. Кондратьева ; под общ. ред. А. Р. Толчинского. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1988. – 303 с.

17 Бегун, П. И. Прикладная механика / П. И. Бегун, О. П. Кормилицын. – СПб. : Политехника, 1995. – 368 с.

18 Фролов, К. В. Теория механизмов и машин : учеб. для вузов / К. В. Фролов, С. А. Попов, А. К. Мусатов, Г. А. Тимофеев, В. А. Никоноров. – М. : Высш. школа, 2003. – 496 с.

19 Иосилевич, Г. Б. Прикладная механика : учеб. для вузов / Г. Б. Иосилевич, Г. Б. Строганов, Г. С. Маслов ; под ред. Г. Б. Иосилевича. – М. : Высш. школа, 1989. – 351 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех»

<https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

Все виды занятий по дисциплине «Прикладная механика» проводятся в соответствии с требованиями следующих стандартов предприятия или организации:

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

СТП СПбГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект, Курсовая работа. Общие требования;

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять в каждом семестре, 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 приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе, а также Интернет-ресурсов.

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

При освоении дисциплины используются все виды учебной работы в сочетании с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения успешных результатов обучения и формирования компетенций. Для выполнения поставленных целей реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия в работе со студентами:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- опережающее самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурса сайтов кафедр, информационных баз, методических разработок, наглядных стендов с образцами выполненных работ, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при выполнении проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий;
- использование компьютерных КОМПАС и MathCAD-программ при выполнении проектных и проверочных расчётов элементов оборудования по основным критериям работоспособности; расчёта углов поворота сечений и прогибов, и построении эпюр, а также графической части РГР и КП;
- индивидуальное обучение и обучение на основе собственного опыта;
- компьютерное тестирование знаний студентов.

### **10.1 Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видеоматериалы компании «НПО Техноконт»;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2 Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

### **10.3 Информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

#### **11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория на 70 посадочных мест оборудованная средствами оргтехники, а для практических и лабораторных занятий на 25 посадочных мест.

Дополнительно для проведения занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

На кафедре имеются испытательные машины: ИМ-4Р, ИМ-4А, ЦДМ-10, Р-5, машина для испытаний на кручение МК-6, пресс Бринелля, пресс Роквелла, а также лабораторные установки, оснащённые измерительными приборами: консольно закреплённая балка, двух опорная балка, продольно сжимаемый стержень для определения критической силы, кожухотрубчатый теплообменник, макет аппарата с перемешивающим устройством, установка для изучения герметичности фланцевого соединения, сосуды для работы под давлением. Для изучения конструкций имеется набор подшипников и механических муфт различных типов, цилиндрические и червячные редукторы, макеты типовых механизмов.

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 учебные 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 г. по индивидуальной программе.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Прикладная механика»**

**1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
ОПК-1	Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-11	<b>Способность</b> применять современные методы исследования, <b>проводить стандартные и сертификационные испытания материалов</b> , изделий и технологических процессов	промежуточный
ПК-17	Способность использовать информационные технологии при разработке проектов	промежуточный

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

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	<u>Знает</u> основные положения теоретической механики: понятия и методы статики, кинематики и динамики; <u>Умеет</u> определять основные кинематические и динамические характеристики движения точки и твердого тела; <u>Владеет</u> основными методами постановки, исследования и решения задач механики применительно к механизмам технологического оборудования	Ответы на вопросы на зачете по 1 разделу дисциплины	ОПК-1

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>2</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 2	<p><u>Знает</u> порядок проведения стандартных испытаний конструкционных материалов на испытательных машинах; общие принципы расчетов типового химического оборудования, его функциональных узлов и типовых деталей по главным критериям работоспособности.</p> <p><u>Умеет</u> проводить проверочные и проектные расчеты деталей и узлов технологического оборудования по главным критериям работоспособности, определять механические характеристики по полученным диаграммам на испытательных машинах.</p> <p><u>Владеет</u> навыками проведения испытаний на разрывных машинах для получения механических характеристик материалов; навыками построения эпюр внутренних усилий и напряжений в сечениях при простых и сложных видах деформаций элементов оборудования; навыками оформления отчетов по результатам лабораторных исследований сопротивления материалов и моделей технологического оборудования</p>	Ответы на вопросы на зачете по 2 разделу дисциплины	ПК-11
Освоение раздела № 3	<p><u>Знает</u> основные этапы проектирования надежного оборудования и правила оформления конструкторской документации.</p> <p><u>Умеет</u> выполнять чертежи общих видов технического проекта аппарата, сборочных единиц и деталей конструкций, оформлять пояснительную записку с расчетами.</p> <p><u>Владеет</u> навыками выбора типового и стандартного оборудования для комплектования аппарата в зависимости от условий его эксплуатации</p>	Защита КП, Ответы на вопросы на экзамене по 2 и 3 разделам дисциплины	ОПК-1 ПК-17

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

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

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная.

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

#### **Первый раздел дисциплины**

#### **Основопологающие понятия и методы статики, кинематики и динамики** (проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

#### **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-1.**

- 1 Что изучает кинематика?
- 2 Способы задания движения точки.
- 3 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения векторным способом.
- 4 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения координатным способом.
- 5 Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения естественным способом.
- 6 Механический смысл и причины возникновения касательного и нормального ускорений точки.
- 7 Зависимости величины скорости и перемещения для равномерного и равнопеременного движения точки.
- 8 Поступательное движение твердого тела.
- 9 Задание и кинематические характеристики вращательного движения тела.
- 10 Уравнения равномерного и равнопеременного вращательного движения тела.
- 11 Векторы угловой скорости и углового ускорения тела при вращательном движении.
- 12 Скорости и ускорения точек вращающегося тела (векторные и скалярные формулы).
- 13 Основные понятия и определения сложного движения точки.
- 14 Теоремы о сложении скоростей и ускорений точки в сложном движении.
- 15 Ускорение Кориолиса. Вектор, модуль, направление, причины возникновения и случаи равенства ускорения нулю, правило Н. Е. Жуковского. Примеры.
- 16 Основные понятия и определения статики (материальная точка, механическая система, абсолютное твердое тело, свободные и несвободные тела, связи, реакции связей).
- 17 Распределенная нагрузка; ее интенсивность. Замена распределенной нагрузки эквивалентной сосредоточенной силой.
- 18 Аксиомы статики.
- 19 Связи и их реакции (нить, гладкая поверхность, подвижный шарнир, неподвижный шарнир, невесомый стержень, жесткая заделка).
- 20 Момент силы относительно центра (вектор, модуль, алгебраическая величина, случаи равенства нулю).
- 21 Пара сил и ее момент. Теоремы о парах.
- 22 Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
- 23 Приведение силы к центру методом Пуансо.
- 24 Главный вектор и главный момент системы сил.
- 25 Условия и уравнения равновесия произвольной плоской системы сил.
- 26 Как записываются уравнения равновесия произвольной системы сил, расположенных в одной плоскости?
- 27 Как записываются уравнения равновесия сходящихся и параллельных сил на плоскости?

- 28 Предмет динамики. Законы динамики.
- 29 Дифференциальные уравнения движения точки в декартовых и естественных координатах.
- 30 Две основные задачи динамики материальной точки.
- 31 Импульс силы. Теорема об импульсе равнодействующей.
- 32 Количество движения (импульс) материальной точки. Теорема об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной и интегральной форме.
- 33 Элементарная работа силы (три формы записи). Работа силы на конечном перемещении точки. Теорема о работе равнодействующей системы сил, приложенных к материальной точке. Мощность.
- 34 Примеры вычисления работы некоторых сил (постоянной силы на прямолинейном перемещении, силы тяжести, силы упругости).
- 35 Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
- 36 Свободные незатухающие колебания материальной точки.

Пример варианта вопросов на зачете:

**Вариант № 1**

1. Что называется обобщенной силой? Привести пример.
2. Какие три случая колебаний рассматриваются при учете силы сопротивления?
3. Как записывается интегральная форма Закона сохранения массы в сплошной среде?

**Второй раздел дисциплины**

**Расчёт на прочность и жёсткость упругих тел**

(проведение текущего контроля и промежуточной аттестации - зачета)

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ПК-11.**

- 1 Классификация сил.
- 2 Определение внутренних сил и построение эпюр при простых видах деформации.
- 3 Определение опасных сечений в стержнях при простых видах деформации.
- 4 Закон Гука при растяжении-сжатии стержней.
- 5 Закон Гука при сдвиге.
- 6 Геометрические характеристики сечений (для простых фигур).
- 7 Изменение статических моментов и моментов инерции при параллельном переносе осей.
- 8 Механические характеристики материалов.
- 9 Диаграмма растяжения образца из пластичного материала.
- 10 Диаграмма сжатия образцов из пластичных и хрупких материалов.
- 11 Методика проведения испытания материалов на растяжение-сжатие.
- 12 Экспериментальное определение модуля продольной упругости.
- 13 Экспериментальное определение модуля сдвига материала при кручении.
- 14 Условия прочности при простых видах сопротивления.
- 15 Проектные и проверочные расчёты при простых видах деформации.
- 16 Проведение испытаний на изгиб.
- 17 Напряжения при косом изгибе.

- 18 Расчёты на жесткость при простых видах деформации; условия жесткости.
- 19 Распределение напряжений по поперечному сечению стержня при растяжении-сжатии, кручении, изгибе.
- 20 Опасные точки сечений.
- 21 Касательные напряжения при изгибе.
- 22 Сравнение напряжений и деформаций при изгибе балки, расположенной плашмя или на ребро.
- 23 Рациональные формы сечений при различных видах деформации.
- 24 Устойчивость. Проведение испытаний продольно сжатого стержня на устойчивость.
- 25 Критическая сила. Опытное определение критической силы при сжатии стержней.
- 26 Формула Ясинского – область применения.
- 27 Сложное сопротивление. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление.
- 28 Понятие о теориях прочности. Эквивалентные напряжения.

Пример варианта вопросов на зачете:

#### Вариант № 1

1. Как определить предел текучести по диаграмме растяжения образцов из пластичных и малопластичных материалов?
2. Условия прочности при деформации кручения и изгибе?
3. Как определить критическую силу по формуле Эйлера при продольном изгибе?

### Второй и третий разделы дисциплины

#### Расчёт элементов оборудования химической промышленности

(проведение промежуточной аттестации – защита курсового проекта и экзамен)

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-1.

- 1 Основные задачи химика-технолога в создании и безопасной эксплуатации технологического оборудования отрасли.
- 2 Реальный объект и его расчетная схема. Идеализация геометрической формы объекта, его материала. Разновидности и идеализация нагрузок. Примеры перехода от реального объекта к его расчетной схеме.
- 3 Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Экономичность и надежность. Направления повышения экономичности и надежности оборудования. Главные критерии работоспособности химического оборудования.
- 4 Стадии проектирования оборудования и их содержание. Три этапа инженерного расчета.
- 5 Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней. Метод сечений. Простые и сложные виды деформаций. Пример построения эпюр внутренних силовых факторов. Определение опасного сечения.
- 6 Понятие о напряжениях, деформациях и перемещениях. Пластичные и хрупкие материалы. Предельные и допускаемые напряжения при расчете на прочность. Коэффициент запаса прочности и факторы, учитываемые при его назначении.

7 Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Условие прочности при растяжении и сжатии. Расчеты на прочность и жесткость.

8 Сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Напряжения и условия прочности при срезе и смятии.

9 Геометрические характеристики плоских сечений: статический момент, момент инерции, момент сопротивления. Формулы для осевых моментов инерции и осевых моментов сопротивления прямоугольника и круга. Формулы для полярных моментов инерции и полярных моментов сопротивления круга и кольца.

10 Кручение. Вывод формулы для касательных напряжений и угла закручивания при кручении. Распределение напряжений по поперечному сечению стержня при кручении.

11 Рациональная форма поперечного сечения стержня при кручении. Условия прочности и жесткости при кручении.

12 Чистый изгиб. Нейтральный слой балки и нейтральная ось сечения. Вывод формулы Навье для нормальных напряжений.

13 Распределение нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки при изгибе. Рациональная форма поперечного сечения. Опасные точки сечения. Условие прочности при изгибе.

14 Перемещения поперечных сечений балки при изгибе: прогибы и углы поворота сечений. Условия жесткости. Дифференциальное уравнение оси изогнутой балки.

15 Уравнения метода начальных параметров для определения углов поворота и прогибов поперечных сечений балки. Учет условий закрепления.

16 Условия прочности при всех простых видах сопротивления (деформации). Проверочные, проектные расчеты и расчеты на допускаемую нагрузку.

17 Условия жесткости при растяжении-сжатии, кручении и изгибе.

18 Понятие об устойчивости стержневых элементов оборудования. Вывод формулы Эйлера для критической силы продольно сжатого стержня. Условие устойчивости.

19 Сложное напряженное состояние тела. Закон парности касательных напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния тела в точке. Обобщенный закон Гука.

20 Расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии. Понятие о теориях прочности. Эквивалентное напряжение. Формулировка и область применения теорий прочности.

21 Понятие о сложном сопротивлении. Сущность методики расчета на прочность при сложном сопротивлении. Условия прочности для наиболее распространенных случаев сложного сопротивления.

22 Общие сведения о пластинах и оболочках. Геометрические параметры тонкостенных осесимметричных оболочек. Типовые оболочки, применяемые на практике (на примере корпуса аппарата). Область применения, достоинства и недостатки отдельных видов оболочек.

23 Напряженное состояние тонкостенной осесимметричной оболочки, нагруженной, внутренним давлением. Вывод уравнения Лапласа и дополнительного уравнения.

24 Определение напряжений в тонкостенной цилиндрической оболочке при действии внутреннего давления. Расчет на прочность по третьей теории прочности. Вывод формулы для определения толщины стенки. Исполнительная толщина стенки; допускаемое давление.

25 Определение напряжений в тонкостенной конической оболочке при действии внутреннего давления. Расчет на прочность по третьей теории прочности. Вывод формулы для определения расчетной толщины стенки. Исполнительная толщина стенки; допускаемое давление.

26 Напряжения в сферических и эллиптических тонкостенных оболочках при действии внутреннего давления. Расчет на прочность по третьей теории прочности. Вывод формулы для определения толщины стенки. Исполнительная толщина стенки; допускаемое давление.

27 Плоские крышки и днища: область применения, достоинства и недостатки, напряженное состояние при действии внутреннего давления. Формула для толщины стенки.

28 Устойчивость тонкостенных оболочек под действием наружного давления. Расчетное наружное давление для оболочек аппарата с теплообменной рубашкой. Расчет на устойчивость колец жесткости. Область применения колец жесткости.

29 Устойчивость тонкостенных оболочек. Понятие о длинной и короткой цилиндрических оболочках. Расчет допускаемого наружного давления и толщины стенки длинных и коротких цилиндрических оболочек.

30 Аппараты высокого давления (АВД). Основные понятия и определения. Особенности конструкции АВД. Напряжения, действующие в толстостенных цилиндрических оболочках.

31 Разновидности механических колебаний. Явление резонанса. Расчет вала на виброустойчивость. Критическая скорость вала. Понятие о жестком и гибком валах. Условие виброустойчивости для жесткого и гибкого валов.

32 Механизмы. Понятия о звеньях, кинематических парах. Классификация кинематических пар. Кинематические цепи. Подвижность механизма. Формулы для определения числа степеней свободы. Схемы простейших механизмов.

33 Механические передачи (МП). Место МП в машине. Понятие о приводе машин и аппаратов. Классификация МП и их основные параметры. Законы передачи мощности и моментов.

34 Фрикционные передачи. Достоинства и недостатки. Области применения. Разновидности фрикционных передач. Кинематика, передаточное отношение, действующие силы. Основы расчета на контактную выносливость и износостойкость. Вариаторы: назначение, диапазон регулирования. Конструкция и принцип действия лобового вариатора.

35 Ременные передачи. Области применения. Достоинства и недостатки. Разновидности. Кинематика. Силы, действующие в передаче. Основы расчета на долговечность и износостойкость.

36 Зубчатые передачи. Области применения. Достоинства и недостатки. Разновидности. Геометрические параметры зубчатых передач. Кинематика цилиндрических зубчатых передач. Силы, действующие в цилиндрической передаче. Основы расчета на контактную выносливость.

37 Валы и оси. Разновидности. Конструктивные элементы. Критерии работоспособности. Порядок и содержание расчетов вала.

38 Опоры осей и валов. Назначение и разновидности. Подшипники качения. Области применения. Достоинства и недостатки. Конструкции основных типов. Расчет долговечности подшипника качения.

39 Подшипники скольжения. Области применения. Достоинства и недостатки. Разновидности конструкций, используемые материалы. Физические основы работы. Расчеты подшипников полужидкостного трения.

40 Муфты. Назначение. Виды несоосности валов, соединяемых при помощи муфт. Классификация муфт. Конструкции отдельных типов муфт, области их применения, расчеты.

41 Соединения деталей. Общие сведения. Классификация. Области применения, достоинства и недостатки отдельных видов соединений.

42 Сварные соединения. Виды сварки. Классификация сварных швов и соединений на примере корпуса химического аппарата. Коэффициент прочности сварного соединения. Расчет стыковых и угловых швов на прочность.

43 Резьбовые соединения. Общие сведения. Образование и основные параметры резьбы. Классификация резьбы и резьбовых соединений. Момент завинчивания. Расчет резьбовых деталей на прочность.

44 Шпоночные соединения: назначение, разновидности, достоинства и недостатки. Расчет призматической шпонки на срез и смятие. Понятие о шлицевых соединениях.

45 Фланцевые соединения. Типовые разновидности и области применения. Герметичность соединения, требования к материалу прокладки. Распределение силы давления среды между болтами и прокладкой. Условия прочности для болтов и прокладок.

### **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ПК-17.**

46 Цель сбора информации и подбора нормативной технической документации, предшествующие началу проектирования технологического оборудования. Основные источники информации. Этапы проектирования. Содержание основных работ на различных стадиях проектирования, на примере типового химического аппарата.

47 Основное содержание и назначение технического задания на проектирование.

48 Цели, этапы и назначение эскизного проекта химического аппарата.

49 Параметры, необходимые для выбора типовых элементов химического аппарата по каталогам (электронным каталогам) – на примере корпуса, фланцев корпуса, привода, муфты, уплотнения.

50 Выбор конструкционных материалов элементов аппарата по коррозионной стойкости и применимости к различным видам обработки и изготовления, с использованием технической литературы и возможностей информационных технологий.

51 Состав и назначение эскиза компоновки аппарата. Компьютерные программы, используемые для выполнения расчетов, эскизов и чертежей.

52 Основная проектная документация, готовящаяся на стадии технического проекта аппарата. Краткое содержание и назначение расчетной и графической части технического проекта.

53 Основные критерии работоспособности, которым должен удовлетворять химический аппарат с перемешивающим устройством.

54 Элементы конструкции аппарата с перемешивающим устройством, обеспечивающие его герметичность при действии внутреннего давления.

55 Определение общего допускаемого давления для аппарата по данным значений допускаемых давлений элементов оболочки (обечайка, крышка, днище) и значениям условных давлений типовых элементов (люк, штуцеры, уплотнение вала).

56 Типовые системы компьютерного проектирования элементов и узлов оборудования. Типы чертежей, выполняемых на стадии рабочего проекта аппарата.

57 Взаимозаменяемость в машиностроении. Основные понятия и определения. Допуски и посадки. Квалитеты. Обозначение допусков и посадок на чертежах. Шероховатость поверхности детали: влияние на работоспособность, параметры, обозначение на чертежах.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля и промежуточную аттестацию – защита курсового проекта.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Коэффициент Пуансона. Закон Гука. Условие прочности при растяжении и сжатии. Расчеты на прочность и жесткость.
2. Механические передачи (МП). Место МП в машине. Понятие о приводе машин и аппаратов. Классификация МП и их основные параметры. Законы передачи мощности и моментов.
3. Плоские крышки и днища аппаратов: достоинства и недостатки, напряженное состояние при действии внутреннего давления. Формула для толщины стенки.

**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 со стандартными требованиями организации:

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