

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.11.2023 13:37:37  
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  
«22» февраля 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

Специальность

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

специализация

**Все специализации**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность разработчика | Подпись | Ученое звание,<br>фамилия, инициалы |
|------------------------|---------|-------------------------------------|
| Доцент                 |         | Павлова Э.А.                        |
| Доцент                 |         | Доцент Луцко А.Н.                   |

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

протокол от «11» февраля 2021 №1

Заведующий кафедрой

Н.А. Марцулевич

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от «16» февраля 2021 №5

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
| Руководитель направления подготовки<br>«Химическая технология материалов<br>современной энергетики» |  | И.В. Юдин       |
| Директор библиотеки   |  | Т.Н.Старостенко |
| Начальник методического отдела<br>учебно-методического управления                                   |  | Т.И.Богданова   |
| Начальник<br>учебно-методического управления  |  | С.Н.Денисенко   |
|   |  |                 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины 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 .....   | 06 |
| 4.3. Занятия лекционного типа.....  | 07 |
| 4.4. Занятия семинарского типа.....   | 08 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия .....   | 08 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия.....  | 09 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....  | 10 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 11 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....  | 11 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....   | 12 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....  | 12 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....  | 13 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине                                |    |
| 10.1. Информационные технологии.....  | 13 |
| 10.2. Программное обеспечение.....  | 13 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....   | 14 |
| 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....                                  | 14 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 15 |
| Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...  | 16 |

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

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

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)   |
|---|--|---|
| <p><b>ОПК-1</b></p> <p>Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности</p> | <p><b>ОПК-1.13</b></p> <p>Способность использовать в профессиональной деятельности основы расчётов и конструирования технических объектов, в том числе с использование стандартных программных средств</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные положения теоретической механики: понятия и методы статики, кинематики и динамики (ЗН-1);</li> <li>- базовые положения сопротивления материалов: теоретические и практические основы расчета типовых деталей и узлов технологического оборудования по их главным критериям работоспособности, в том числе расчеты на прочность и жёсткость упругих тел (ЗН-2);</li> <li>- особенности деталей машин: конструкции и порядок расчета деталей оборудования технологических производств (ЗН-3);</li> <li>- назначение, устройство и применение типовых элементов технологического оборудования (ЗН-4);</li> <li>-основные этапы проектирования надежного оборудования и правила оформления конструкторской документации (ЗН-5);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять основные кинематические и динамические характеристики движения точки и твердого тела (У-1);</li> <li>- проводить проверочные и проектные расчеты деталей и узлов технологического оборудования по главным критериям работоспособности, в том числе выполнять расчеты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей технологического оборудования при простых видах нагружения, делать соответствующие выводы о коэффициенте безопасности изделия (У-2);</li> <li>- проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читать чертежи, изготавливать эскизы и</li> </ul> |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения (дескрипторы)  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | <p>другую техническую документацию;<br/> выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы и механизмы для комплектации машинных агрегатов, а также проводить расчетную оценку работоспособности и безопасности этих устройств в применении к заданным производственным условиям;<br/> оформлять графическую и текстовую документацию на технические средства в соответствии с действующими стандартами (У-3);</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий из них (Н-1);</li> <li>- навыками проектирования простейших аппаратов и технологического оборудования (Н-2).</li> </ul> |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.О.13) и изучается на 2-ом и 3-м курсах с 3-его по 5-й семестр.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины: «Математика», «Физика», «Инженерная графика», «Материаловедение». Полученные в процессе изучения дисциплины «Прикладная механика» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин: «Автоматизированное проектирование», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов               |
|--|--|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>7/252</b>                             |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>146</b>                               |
| занятия лекционного типа   | 54                                       |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | 72                                       |
| семинары, практические занятия   | 18                                       |
| лабораторные работы  | 54                                       |
| курсовое проектирование ( КП)  | 18                                       |
| КСР  | 2  |
| другие виды контактной работы  | -  |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>61</b>                                |
| <b>Форма текущего контроля</b>   | РГР, Кр, тесты                           |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b>  | <b>Зачёт зачет, КП,<br/>Экзамен (45)</b> |

#### 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     | Основополагающие понятия и методы теоретической механики (3-й семестр)      | 18                                   | 18                                    | -                   | 36                                 | ОПК-1                   |
| 2     | Прочность и жесткость упругих тел (4-й семестр)                             | 18                                   | -                                     | 36                  | 16                                 | ОПК-1                   |
| 3     | Расчёт типовых элементов оборудования химической промышленности (5 семестр) | 18                                   | -                                     | 18                  | 9                                  | ОПК-1                   |

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины  |
|-------|--|--|
| 1.    | ОПК-1.13                               | Основополагающие понятия и методы теоретической механики.<br>Прочность и жесткость упругих тел.<br>Расчёт типовых элементов оборудования химической промышленности |

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

| №<br>раздела<br>дисциплины | Наименование темы<br>и краткое содержание занятия  | Объем,<br>акад.<br>часы | Инновационная<br>форма                 |
|----------------------------|--|-------------------------|--|
| 1                          | <u>Механическое движение.</u><br>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  | 6                       | Презентация мультимедийными средствами |
| 1                          | <u>Статика.</u><br>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 | 4                       | Презентация мультимедийными средствами |
| 1                          | <u>Динамика.</u><br>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          | 4                       | Презентация мультимедийными средствами |
| 1                          | <u>Работа силы.</u><br>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   | 2                       | Презентация мультимедийными средствами |



| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма                    |
|----------------------|--|-------------------|--|
| 1                    | <u>Колебательная система.</u><br>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><br>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><br>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><br/> 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><br/> 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><br/> 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><br/> 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><br>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><br>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><br>Стадии разработки технической документации. Особенности проектирования и конструирования химического оборудования.<br>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><br>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><br>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><br/> 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><br/> 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><br/> 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><br>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><br>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 |

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма                    |
|----------------------|---|-------------------|--|
| 1                    | <u>Кинематика точки.</u><br>Определение и исследование траектории точки по заданным уравнениям ее движения.   | 2                 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |
| 1                    | <u>Кинематика точки.</u><br>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><br>Кинематические характеристики вращения и связь между ними; скорости и ускорения точек вращающегося тела. | 2                 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |
| 1                    | <u>Сложное (составное) движение точки.</u><br>Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки; ускорение Кориолиса                                  | 2                 | Слайд-презентация, групповая дискуссия |

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

#### 4.4.2. Лабораторные работы.

| № 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 |
| 2                    | Внутренние усилия при изгибе элементов оборудования, имеющих расчётную схему однопролетной балки на двух шарнирных опорах с консольной частью  | 2                 | Компьютерное моделирование |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Примечание                  |
|----------------------|--|-------------------|-----------------------------|
| 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                    | Испытание материалов на срез   | 2                 | Лабораторная установка      |
| 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) и 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                    | Изучение конструкции промышленного аппарата  | 2                 | Промышленный аппарат с МПУ  |
| 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        |
| 3                    | Виброустойчивость валов быстроходных мешалок   | 2                 | Лабораторная установка      |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия              | Объем, акад. часы | Примечание             |
|----------------------|---|-------------------|------------------------|
| 3                    | Изучение конструкций и потерь на трение подшипников качения | 2                 | Лабораторная установка |
| 3                    | Изучение конструкций и структуры типовых механизмов         | 2                 | Модели                 |

#### 4.5. 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   | 8                 | Контрольная работа № 1 |
| 1                    | Статика: равновесие сил с учетом трения; равновесие составных конструкций; центр параллельных сил и его свойства; центр тяжести твердого тела                                   | 8                 | Контрольная работа № 2 |
| 1                    | Динамика: основные понятия динамики механической системы и твердого тела (центр масс, количество движения, кинетическая энергия, моменты инерции, основы теории удара)          | 10                | -                      |
| 1                    | Проработка теоретического материала по прочитанным темам данного раздела прикладной механики  | 10                | -                      |
| 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  | 4                 | 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                  |
| 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                               | 4                 | РГР-2                  |
| 2                    | Подготовка к сдаче зачёта по разделам учебной дисциплины.   | 2                 | Тестирование           |



| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения   | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 3                    | Выбор типовых элементов для компоновки аппарата и оценка надежности выбранного варианта | 2                 | КП             |
| 3                    | Расчёт элементов корпуса аппарата   | 2                 | КП             |
| 3                    | Расчёт элементов механического перемешивающего устройства                               | 2                 | КП             |
| 3                    | Оформление графической части проекта  | 3                 | КП             |

### **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. Основные теоремы динамики материальной точки.
5. Смешанные задачи динамики точки.

#### **4.5.1 Темы контрольных работ**

1. Кинематика (сложное движение точки) – работа № 1.
2. Статика (Равновесие произвольной плоской системы сил) – работа № 2.

#### **4.5.2 Темы расчетно-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: <http://media.technology.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится по первому и второму разделу в форме зачета в виде тестирования на компьютере или устно, по третьему разделу в форме защиты курсового проекта и сдачи экзамена. Экзамен проводится после защиты курсового проекта по материалам второго и третьего раздела.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

Во время сдачи зачета по тестам студент отвечает на 20 вопросов в течение 45 минут при случайной выборке, а при устном ответе - три вопроса из перечня вопросов.

Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте по первому разделу дисциплины:

Вариант № 1

1. Что называется обобщенной силой? Привести пример.
2. Какие три случая колебаний рассматриваются при учете силы сопротивления?
3. Определить скорость и ускорение точки при координатном способе задания ее движения.

Пример варианта вопросов на зачете по второму разделу дисциплины:

Вариант № 1

1. Как определить предел текучести по диаграмме растяжения образцов из пластичных и мало пластичных материалов?
2. Условия прочности при деформации кручения и изгибе?
3. Определить внутренние усилия в стержне при растяжении.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются тремя вопросами из второго и третьего разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

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. Рассчитать толщину цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1 Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учебник для вузов / С. М. Тарг – Москва : Высшая школа, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-06-006193-2

2 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учебное пособие для вузов / А. А. Яблонский, С. С. Норейко, С. А. Вольфсон и др. ; под общей редакцией А. А. Яблонского. - 14-е изд., стер. – Москва : Интеграл-Пресс, 2006. – 384 с. - ISBN 5-89602-016-3

3 Иванов, Ю. А. Вращательное движение твердого тела : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 21 с.

4 Иванов, Ю. А. Плоскопараллельное движение : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 44 с.

5 Иванов, Ю. А. Контрольные задачи на вращательное движение по кинематике : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 19 с.

6 Иванов, Ю. А. Теорема об изменении кинетической энергии : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с.

7 Колпакова, Л. В. Дифференциальные уравнения движения материальной точки : методические указания / Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27 с.

8 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

9 Погребная, Л.И. Плоскопараллельное движение : Практикум / Л. И. Погребная, Л. Н. Галуза ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. - 32 с.

10 Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Шашевская ; 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.

11 Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин ; Под редакцией М. Ф. Михалева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство дом «Арис», 2010, – 309 с. - ISBN 978-5-904673-05-5

12 Лацинский, А. А. Конструирование сварных химических аппаратов : справочник / А.А. Лацинский ; Под редакцией А.Р. Толчинского. – 2-е изд., стер. – Москва : Издательство «Альянс», 2008. – 383 с. - ISBN 978-5-903034-37-6

13 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

14 Техническая механика, Ч. 1. 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.

15 Техническая механика. Ч. 2. Соппротивление 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.

16 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Соппротивление материалов» : методические указания / О. В. Сташевская, 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.

17 Определение перемещений поперечных сечений при плоском поперечном изгибе двухопорной балки : учебное пособие / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова, О.В. Сташевская, Л.Д. Алексеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 16 с.

18 Луцко, А.Н. Испытание материалов на срез : учебное пособие / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова, Л.Д. Алексеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 17 с.

#### **б) электронные издания:**

1 Иванов, Ю. А. Вращательное движение твердого тела : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 21 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2 Иванов, Ю. А. Плоскопараллельное движение : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 44 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3 Иванов, Ю. А. Контрольные задачи на вращательное движение по кинематике : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 19 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4 Иванов, Ю. А. Теорема об изменении кинетической энергии : методические указания / Ю. А. Иванов, Л. В. Колпакова, Л. И. Погребная; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретической механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 22 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5 Лабораторный практикум по прикладной механике : учебное пособие / О. Д. Афонин, А. Н. Луцко, М. Д. Телепнев, О. В. Шашевская ; 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.

6 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.

7 Техническая механика, Ч. 1. 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.

8 Техническая механика. Ч. 2. Соппротивление 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.

9 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Соппротивление материалов» : методические указания / О. В. Шашевская, 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.

10 Определение перемещений поперечных сечений при плоском поперечном изгибе двухопорной балки : учебное пособие / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова, О.В. Сташевская, Л.Д. Алексеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 16 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

11 Луцко, А.Н. Испытание материалов на срез : учебное пособие / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова, Л.Д. Алексеева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. – 17 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 IOP (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 «Прикладная механика» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. 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.

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 3D LT.

### **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://worlddofaut.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://markmet.ru> – марочник сталей.

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

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют аудитории кафедры, в том числе, компьютерные классы с персональными компьютерами.

Для проведения лабораторных работ используется следующее 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 расчета температурных напряжений (кожухотрубчатый теплообменник),
6. установка для изучения герметичности фланцевого соединения,
7. установка для изучения прочности и жесткости двухопорной балки,
8. испытательная машина на сжатие ИМ-4А,
9. установка для определения модуля сдвига при кручении МК-6,
10. установка для изучения прочности и жесткости консольной балки прямоугольного сечения,
11. сосуды для работы под давлением,
12. макет аппарата с перемешивающим устройством,
13. испытательная машина для определения модуля продольной упругости ЦДМ-10,
14. испытательная машина для определения коэффициента Пуассона Р-5,
15. цилиндрические редукторы,
16. червячные редукторы,
17. набор подшипников,
18. набор механических муфт различных типов,
19. макеты типовых механизмов
20. установка для определения напряжений при срезе.

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.



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

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

| Индекс компетенции | Содержание   | Этап формирования |
|--------------------|--|-------------------|
| ОПК-1              | <b>Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности;</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<br>(описание выраженности дескрипторов)   |  |  |
|---|---|--|---|--|--|
|   |   |  | «удовлетворительно»<br>(пороговый)  | «хорошо»<br>(средний)  | «отлично»<br>(высокий)   |
| <p><b>ОПК-1.13</b></p> <p>Способность использовать в профессиональной деятельности основы расчётов и конструирования технических объектов, в том числе с использованием стандартных программных средств</p> | <p><b>Знает:</b><br/>основные положения теоретической механики: понятия и методы статики, кинематики и динамики (ЗН-1);</p> | <p>Ответы на вопросы №1-36 к зачёту.</p> | <p>Имеет представление о кинематических характеристиках при различных видах движения точки, твердого тела. Имеет представление о базовых понятиях статики: сила, момент, пара сил и т.д. Знает аксиомы статики. Знает основные законы динамики.</p> | <p>Знает способы задания движения точки и методы определения кинематических параметров при каждом из них. Перечисляет виды движения тела. Записывает уравнения для определения кинематических характеристик без ошибок. Знает базовые понятия статики. Знает аксиомы статики. Безошибочно демонстрирует знание теорем статики и их доказательств. Знает основные законы и теоремы динамики. Доказывает теоремы без ошибок.</p> | <p>Знает способы задания движения точки и методы определения кинематических параметров при каждом из них. Перечисляет виды движения тела. Записывает уравнения для определения кинематических характеристик без ошибок. Знает базовые понятия статики. Знает аксиомы статики. Безошибочно демонстрирует знание теорем статики и их доказательств. Знает основные законы и теоремы динамики. Доказывает теоремы без ошибок.</p> |

|  |  |   |   |  |   |
|--|--|---|---|--|---|
|  | <p><b>Знает:</b><br/>базовые положения сопротивления материалов: теоретические и практические основы расчета типовых деталей и узлов технологического оборудования по их главным критериям работоспособности, в том числе расчеты на прочность и жёсткость упругих тел (ЗН-2);</p> | <p>Ответы на вопросы №37-64 к зачету, № 66, 69 – 85 к экзамену, задания №15-27 к зачёту, № 28 – 43, 46 – 50 экзамену.</p> | <p>Перечисляет внутренние усилия возникающие в типовых деталях технологического оборудования при различных видах нагружения. С ошибками строит расчетные схемы реальных объектов, не понимает, что не существенно и чем можно пренебречь. Записывает условия прочности, жесткости и устойчивости, не может пояснить записанные формулы. Дает определения понятия напряжений, деформаций, перемещений, предельных и допускаемых напряжений с ошибками.</p> | <p>Перечисляет внутренние усилия возникающие в типовых деталях технологического оборудовани при различных видах нагружения без ошибок, но путается при построении эпюр внутренних усилий. Строит расчетные схемы реальных объектов, понимает, что существенно при ее составлении, а чем можно пренебречь. Записывает условия прочности, жесткости и устойчивости без ошибок, но не всегда понимает суть этих расчетов. Дает определения понятия напряжений, деформаций, перемещений, предельных и допускаемых напряжений без ошибок, проводит расчет с небольшими подсказками.</p> | <p>Перечисляет внутренние усилия возникающие в строительных конструкциях при различных видах нагружения без ошибок. Приводит примеры построения эпюр внутренних усилий и определяет положение опасного сечения. Строит расчетные схемы реальных объектов. Объясняет какие расчеты в дальнейшем необходимы для данной схемы. Записывает условия прочности, жесткости и устойчивости без ошибок, понимает суть расчетов, приводит примеры расчета конструкций при простых видах деформирования. Дает определения понятия напряжений, деформаций, перемещений, предельных и допускаемых напряжений без ошибок, самостоятельно проводит расчет.</p> |
|--|--|---|---|--|---|

|  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|---|--|--|
|  | <p><b>Знает:</b><br/>особенности деталей машин: конструкции и порядок расчета деталей оборудования технологических производств (ЗН-3);</p> | <p>Ответы на вопросы №86-109 к экзамену, задания №44-50 к экзамену, Курсовой проект.</p> | <p>Знает конструкции деталей оборудования, их классификацию, порядок расчета. Не может правильно записать формулы для проверочного расчета элементов оборудования по различным критериям работоспособности.</p> | <p>Знает конструкции деталей оборудования, их классификацию, порядок расчета. Правильно записывает формулы для проверочного расчета элементов оборудования по различным критериям работоспособности, не может пояснить суть расчета.</p> | <p>Знает конструкции деталей оборудования, их классификацию, порядок расчета. Правильно записывает формулы для расчета элементов оборудования по различным критериям работоспособности, поясняет суть расчета. Может вывести формулы для проектного расчета элемента оборудования.</p> |
|  | <p><b>Знает:</b><br/>назначение, устройство и применение типовых элементов технологического оборудования (ЗН-4);</p>                       | <p>Ответы на вопросы №98-109 к экзамену. Курсовой проект.</p>                            | <p>Знает назначение, устройство, область применения типовых элементов технологического оборудования. Основы выбора.</p>   | <p>Знает назначение, устройство, область применения, достоинства, недостатки, основы выбора и расчета типовых элементов технологического оборудования. Расчетные формулы записывает с ошибками.</p>                                      | <p>Знает назначение, устройство, область применения, достоинства, недостатки, основы выбора и расчета типовых элементов технологического оборудования. Без ошибок записывает все необходимые расчетные зависимости.</p>  |
|  | <p><b>Знает:</b><br/>-основные этапы проектирования надежного оборудования и правила оформления конструкторской документации (ЗН-5);</p>   | <p>Ответы на вопросы №65, 67-68, 110 к экзамену. Курсовой проект.</p>                    | <p>Перечисляет основные этапы проектирования. Не может пояснить суть каждого из них. Знает главные критерии работоспособности оборудования. Не правильно дает формулировки</p>                                  | <p>Перечисляет основные этапы проектирования. Поясняет суть каждого из них. Знает главные критерии работоспособности оборудования. Правильно дает формулировки всех</p>  | <p>Перечисляет основные этапы проектирования. Поясняет суть каждого из них. Знает главные критерии работоспособности оборудования. Правильно дает формулировки всех критериев работоспособности. Имеет</p>   |

|  |   |  |  |   |   |
|--|---|--|--|---|---|
|  |   |  | некоторых критериев работоспособности.   | критериев работоспособности. Имеет представление о взаимозаменяемости в машиностроении. Знает понятия: допуск, посадка, шероховатость. Путается в их определении.                       | представление о взаимозаменяемости в машиностроении. Знает понятия: допуск, посадка, шероховатость и т.д. Безошибочно указывает их на чертежах. Дает краткие пояснения. |
|  | <b>Умеет:</b><br>определять основные кинематические и динамические характеристики движения точки и твердого тела (У-1);   | Практические задания №1-14 к зачёту.                               | Знает алгоритм решения задачи, записывает основные формулы, не может решить задачу (не может составить уравнения по схеме).  | Знает алгоритм решения задачи, записывает основные формулы (правильно составляет уравнения статики), решает задачу с арифметическими ошибками.  | Знает алгоритм решения задачи, записывает основные формулы, правильно решает задачу. Анализирует полученный результат.  |
|  | <b>Умеет:</b><br>проводить проверочные и проектные расчеты деталей и узлов технологического оборудования по главным критериям работоспособности, в том числе выполнять расчеты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей технологического оборудования при простых видах нагружения, делать соответствующие выводы о коэффициенте безопасности изделия (У-2); | Практические задания №15-27 к зачёту, № 28 – 43, 46 – 50 экзамену. | Знает алгоритм решения задачи, затрудняется в выборе (составлении) необходимых расчетных формул, но справляется с помощью наводящих вопросов, с ошибками проводит необходимые расчеты. | Знает алгоритм решения задачи, уверенно выбирает (составляет) необходимые расчетные формулы, но ошибается в проведении расчета. Расчет проводит с небольшими подсказками преподавателя. | Знает алгоритм решения задачи, уверенно выбирает (составляет) необходимые расчетные формулы, самостоятельно проводит расчет. Анализирует полученный результат.          |

|  |   |                        |  |  |  |
|--|---|------------------------|--|--|--|
|  | <p><b>Умеет:</b><br/>проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читать чертежи, изготавливать эскизы и другую техническую документацию;<br/>выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы и механизмы для комплектации машинных агрегатов, а также проводить расчетную оценку работоспособности и безопасности этих устройств в применении к заданным производственным условиям;<br/>оформлять графическую и текстовую документацию на технические средства в соответствии с действующими стандартами (У-3);</p> | <p>Курсовой проект</p> | <p>Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Выбирает конструкционный материал, выбирает типовые элементы аппарата. Проводит оценку его надежности. С небольшими ошибками разрабатывает эскизный 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 чертеж общего вида аппарата в соответствии с требованиями ЕСКД. Допускает</p> | <p>Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Выбирает конструкционный материал, выбирает типовые элементы аппарата. Проводит оценку его надежности. Разрабатывает эскизный 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 чертеж общего вида аппарата в соответствии с требованиями ЕСКД. Разрабатывает фрагменты рабочей конструкторской</p> | <p>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 самостоятельно выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками. Разрабатывает чертеж общего вида аппарата в соответствии с требованиями ЕСКД. Разрабатывает фрагменты рабочей конструкторской документации: выполняет сборочный чертеж одной сборочной единицы (узла) с соответствующей спецификацией и рабочих чертежей. Своевременно оформляет всю техническую документацию по</p> |
|--|---|------------------------|--|--|--|

|  |  |   |  |   |  |
|--|--|---|--|---|--|
|  |  |   | <p>незначительные ошибки в изображении видов и разрезов. 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 допусков на размер и шероховатостей поверхностей. Небрежно или несвоевременно оформляет всю техническую документацию по курсовому проекту.</p> | <p>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 по курсовому проекту.</p> | <p>курсовому проекту.</p>  |
|  | <p><b>Владеет:</b> навыками проведения стандартных испытаний по определению физико-механических свойств материалов и изделий из них (Н-1);</p> | <p>Решение заданий по лабораторным работам.</p> | <p>Чертит диаграмму испытаний с целью расчета значений допускаемых напряжений, но допускает незначительные ошибки.</p>   | <p>Чертит диаграмму испытаний с целью расчета значений допускаемых напряжений, показывает характерные участки диаграммы для</p>   | <p>Чертит диаграмму испытаний с целью расчета значений допускаемых напряжений, показывает характерные участки диаграммы для проведения необходимых расчетов. Самостоятельно проводит</p> |

|  |  |                  |  |   |   |
|--|--|------------------|--|---|---|
|  |  |                  |  | проведения необходимых расчетов, но допускает ошибки в расчете.   | расчет допускаемых напряжений.  |
|  | <b>Владеет:</b><br>навыками проектирования простейших аппаратов и технологического оборудования (Н-2). | Курсовой проект. | Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Поясняет принцип выбора конструкционного материала, типовых элементы аппарата с подсказками преподавателя. Называет критерии работоспособности, по которым рассчитывались элементы оборудования, может записать условия прочности, жесткости и т.д. В записи формул делает незначительные ошибки. Может читать чертежи общего вида, сборочные чертежи и чертежи деталей при этом иногда допускает ошибки. | Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Поясняет принцип выбора конструкционного материала, типовых элементы аппарата. Называет критерии работоспособности, по которым рассчитывались элементы оборудования, может записать условия прочности, жесткости и т.д. Может читать чертежи общего вида, сборочные чертежи и чертежи деталей при этом иногда допускает ошибки. Плохо ориентируется в определении резервов работоспособности стандартных элементов. Не может | Правильно оформляет техническое задание на основании данных, выданных руководителем. Поясняет принцип выбора конструкционного материалы аппарата. Называет критерии работоспособности, по которым рассчитывались элементы оборудования, может записать условия прочности, жесткости и т.д. Может читать чертежи общего вида, сборочные чертежи и чертежи деталей. Ориентируется в определении резервов работоспособности стандартных элементов. Может предложить конструкторское решение, в том числе нестандартное, при потенциальном изменении исходных данных. |



|  |  |  |   |   |  |
|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  | Плохо или совсем не ориентируется в определении резервов работоспособности стандартных элементов. | предложить конструкторское решение при потенциальном изменении исходных данных. |  |
|--|--|--|---|---|--|

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме двух зачётов, защиты курсового проекта и экзамена. Для получения зачёта, экзамена должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

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

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

#### **Первый раздел дисциплины**

#### **Основополагающие понятия и методы теоретической механики (проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)**

#### **Теоретический вопрос:**

- 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.

### **Практическое задание:**

1. Определить траекторию движения точки при координатном способе задания ее движения.
2. Определить скорость и ускорение точки при координатном способе задания ее движения.
3. Определить нормальное и касательное ускорение точки при координатном способе задания ее движения.
4. Определить скорость и ускорение точки при естественном способе задания ее движения.
5. Определить ускорение точки при равнопеременном движении.
6. Определить скорость и ускорение тела при вращательном движении.
7. Определить скорость точки вращающегося тела.
8. Определить ускорение точки вращающегося тела.
9. Определить мгновенный центр скоростей плоской фигуры.
10. Определить скорость точек плоской фигуры.
11. Определить абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки при сложном движении.
12. Определить реакции опор плоской фигуры.
13. Вычислить работу силы тяжести.
14. Вычислить работу силы упругости.

## **Второй раздел дисциплины**

### **Прочность и жёсткость упругих тел**

(проведение текущего контроля и промежуточной аттестации - зачета)

### **Теоретический вопрос:**

- 37 Классификация сил.
- 38 Определение внутренних сил и построение эпюр при простых видах деформации.
- 39 Определение опасных сечений в стержнях при простых видах деформации.
- 40 Закон Гука при растяжении-сжатии стержней.
- 41 Закон Гука при сдвиге.
- 42 Геометрические характеристики сечений (для простых фигур).

- 43 Изменение статических моментов и моментов инерции при параллельном переносе осей.
- 44 Механические характеристики материалов.
- 45 Диаграмма растяжения образца из пластичного материала.
- 46 Диаграмма сжатия образцов из пластичных и хрупких материалов.
- 47 Методика проведения испытания материалов на растяжение-сжатие.
- 48 Экспериментальное определение модуля продольной упругости.
- 49 Экспериментальное определение модуля сдвига материала при кручении.
- 50 Условия прочности при простых видах сопротивления.
- 51 Проектные и проверочные расчёты при простых видах деформации.
- 52 Проведение испытаний на изгиб.
- 53 Напряжения при косом изгибе.
- 54 Расчёты на жесткость при простых видах деформации; условия жесткости.
- 55 Распределение напряжений по поперечному сечению стержня при растяжении-сжатии, кручении, изгибе.
- 56 Опасные точки сечений.
- 57 Касательные напряжения при изгибе.
- 58 Сравнение напряжений и деформаций при изгибе балки, расположенной плашмя или на ребро.
- 59 Рациональные формы сечений при различных видах деформации.
- 60 Устойчивость. Проведение испытаний продольно сжатого стержня на устойчивость.
- 61 Критическая сила. Опытное определение критической силы при сжатии стержней.
- 62 Формула Ясинского – область применения.
- 63 Сложное сопротивление. Алгоритм решения задач на сложное сопротивление.
- 64 Понятие о теориях прочности. Эквивалентные напряжения.

**Практическое задание:**

15. Определить внутренние усилия и построить эпюру при растяжении-сжатии.
16. Определить внутренние усилия и построить эпюру при кручении.
17. Определить внутренние усилия и построить эпюры при изгибе консольной балки. Определить опасное сечение.
18. Определить внутренние усилия и построить эпюры при изгибе двухопорной балки. Определить опасное сечение.
19. Определить внутренние усилия и построить эпюры при изгибе двухопорной балки с консолью. Определить опасное сечение.
20. Определить центр тяжести плоской фигуры.
21. Определить геометрические характеристики прямоугольника.
22. Определить геометрические характеристики круга.
23. Определить геометрические характеристики кольца.
24. Определить напряжения при растяжении-сжатии. Построить эпюру.
25. Определить напряжения при кручении. Построить эпюру.
26. Определить нормальные напряжения при изгибе. Построить эпюру.
27. Определить касательные напряжения при изгибе. Построить эпюру.

**Второй и третий разделы дисциплины**

**Расчёт типовых элементов оборудования химической промышленности**  
(проведение промежуточной аттестации – защита курсового проекта и экзамен)

**Теоретический вопрос:**

65. Задачи учебной дисциплины « Прикладная механика». Основные задачи химика-технолога в создании и безопасной эксплуатации технологического оборудования отрасли.

66. 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.

67. Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Экономичность и надежность. Направления повышения экономичности и надежности оборудования. Главные критерии работоспособности химического оборудования.

68. Стадии проектирования оборудования и их содержание. Три этапа инженерного расчета.

69. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней. Метод сечений. Простые и сложные виды деформаций. Пример построения эпюр внутренних силовых факторов. Определение опасного сечения.

70. 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.

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

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

73. 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

86. 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.

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

88. 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.

89. 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.

90. 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.

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

92. 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.

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

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

95. 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.

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

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

98. 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.

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

100. 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.

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

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

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

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

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

106. 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.

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

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

109. 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.

110. 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.

### **Практическое задание:**

28. Определить внутренние усилия и построить эпюру при одном из простых видов деформации. Определить опасное сечение.

29. Определить геометрические характеристики плоской фигуры.

30. Определить напряжения при одном из простых видов деформации. Построить эпюру.

31. Определить размеры поперечного сечения стержня при растяжении-сжатии.

32. Определить размеры круглого поперечного сечения стержня при кручении.

33. Определить размеры кольцевого поперечного сечения стержня при кручении.

34. Определить размеры прямоугольного поперечного сечения стержня при изгибе.

35. Определить размеры двутаврового поперечного сечения стержня при изгибе.

36. Определить деформации при растяжении-сжатии. Проверить условие жесткости.

37. Определить деформации при кручении. Проверить условие жесткости.

38. Определить деформации при изгибе методом начальных параметров. Проверить условие жесткости.

39. Определить критическую силу продольно сжатого стержня.

40. Рассчитать толщину цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением.

41. Рассчитать толщину конической оболочки, нагруженной внутренним

давлением.

42. Рассчитать толщину эллиптической оболочки, нагруженной внутренним давлением.

43. Рассчитать толщину сферической оболочки, нагруженной внутренним давлением.

44. Определить кинематические и геометрические параметры зубчатых передач.

45. Определить долговечность подшипника.

46. Рассчитать фланцевую муфту.

47. Рассчитать упругую втулочно-пальцевую муфту.

48. Рассчитать сварное соединение.

49. Рассчитать на прочность резьбовое соединение.

50. Рассчитать шпоночное соединение.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

#### **5. Курсовой проект.**

**Качество** создаваемого оборудования закладывается **на стадии проектирования**. Последовательность проектирования должна **исключить** возможные **ошибки** и **обеспечить разработку наиболее оптимального варианта конструкции**. Правила проектирования и оформления конструкторской документации стандартизованы.

На заводе изготовителе проектно-конструкторская документация изучается и используется для подготовки производства, т.е. для приобретения необходимых материалов, комплектующих, наладки заводского оборудования, и для организации процесса изготовления спроектированного оборудования.

Соответствие элементов и узлов аппарата критериям работоспособности, таким как прочность, долговечность, устойчивость, коррозионная стойкость, термостойкость, герметичность, виброустойчивость и др., обеспечивается при проектировании правильным выбором материала и конструкции типовых элементов, выполнением проектных, проверочных расчетов, конструированием.

**Тема курсового проекта:** проектирование аппарата с механическим перемешивающим устройством.

**Цель проекта:** Разработка в соответствии с исходными данными эскизного, технического проектов и фрагментов рабочей конструкторской документации на типовой аппарат с механическим перемешивающим устройством, предназначенный для проведения процесса перемешивания в жидкофазной системе при заданных технологических параметрах и свойствах рабочей среды, с обеспечением работоспособности в рабочих условиях в течение заданного срока службы.

При выполнении курсового проекта студенты решают следующие **основные задачи:**

а) освоение основ методики проектирования;

б) грамотное использование общероссийских и отраслевых нормативных документов (ГОСТы, ОСТы, правила Ростехнадзора и т.п.), касающихся устройства, выбора рабочих параметров и правил эксплуатации оборудования предприятий химической промышленности;



в) выбор конструкционных, уплотнительных материалов, выбор типовых элементов аппарата и оценка его надежности;

г) выполнение проектных и проверочных расчетов типовых элементов по главным критериям их работоспособности, позволяющих выявить соответствие аппарата требованиям эксплуатации (при этом особое внимание следует обращать на вскрытие резервов работоспособности стандартизованных элементов и повышение производительности оборудования);

д) конструктивное оформление аппарата в соответствии с заданными технологическими параметрами процесса;

е) грамотное обоснование и защита принятых технических решений во время сдачи руководителю курсового проекта.

### Варианты заданий по курсовой работе:

Таблица – Задания по курсовой работе (пример)

| Номер варианта | Параметры корпуса аппарата |                    |                     |                         | Параметры мешалки |                      |                          |                       | Параметры технологического процесса |                               |                         |                            |                           | Характеристики рабочей среды                                |                                     |                     |
|----------------|----------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------|---------------------|
|                | Обозначение корпуса        | Внутренний диаметр | Номинальный объем   | Внутренние устройства * | Тип мешалки       | Диаметр              | Частота вращения         | Мощность              | Избыточное давление в корпусе       | Остаточное давление в корпусе | Давление в рубашке      | Уровень жидкости в корпусе | Температура рабочей среды | Наименование наиболее агрессивного компонента рабочей среды | Плотность                           | Концентрация **     |
| № п/п          | ОК                         | D<br>мм            | V<br>м <sup>3</sup> | ВУ                      | ТМ                | d <sub>м</sub><br>мм | n <sub>м</sub><br>об/мин | N <sub>м</sub><br>кВт | p <sub>и</sub><br>МПа               | p <sub>о</sub><br>МПа         | p <sub>руб</sub><br>МПа | H <sub>с</sub><br>м        | t <sub>с</sub><br>°C      | РС  | ρ <sub>с</sub><br>кг/м <sup>3</sup> | C <sub>с</sub><br>% |
| 1              | 00                         | 1000               | 1,0                 | З, Т                    | 01                | 250                  | 750                      | 0,8                   | 1,3                                 | 0,01                          | -                       | 1,1                        | 60                        | КОН   | 1280                                | 30                  |
| 2              | 01                         | 1600               | 4,0                 | П                       | 07                | 900                  | 125                      | 1,4                   | 0,85                                | 0,02                          | 0,55                    | 1,7                        | 100                       | КОН   | 1280                                | 30                  |
| 3              | 30                         | 1800               | 5,0                 | З                       | 01                | 500                  | 315                      | 1,0                   | 1,25                                | 0,05                          | -                       | 2,2                        | 20                        | Глицерин  | 1200                                | -                   |
| 4              | 31                         | 2000               | 8,0                 | -                       | 10                | 1700                 | 50                       | 2,3                   | 0,8                                 | 0,05                          | 0,35                    | 2,5                        | 50                        | Нефтепродукты   | 840                                 | -                   |

\*Обозначения внутренних устройств: З – змеевик; П – отражательные перегородки; Т – труба передавливания.

\*\* Массовая концентрация водных растворов или суспензий