

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.11.2023 17:43:43  
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  
« 20 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ДЕТАЛИ ПРИБОРОВ**

Направление подготовки

**12.03.01 Приборостроение**

Профиль программы бакалавриата

**Инновационные методы и системы преобразования информации в цифровой  
индустрии**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2022

**Б1.В.ДВ.02.02**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	5
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	5
4.3. Занятия лекционного типа. ....	5
4.4. Занятия семинарского типа. ....	8
4.4.1. Семинары, практические занятия. ....	8
4.4.2. Лабораторные занятия .....	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.5.1 Темы тестов.....	11
4.5.2 Темы индивидуальных заданий. ....	11
4.5.3 Темы расчетно-графических работ.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	16
10.1. Информационные технологии.....	16
10.2. Программное обеспечение.....	16
10.3. Базы данных и информационные справочные системы. ....	16
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы. ....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	17
Приложение № 1.....	18

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-4</b> Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета и проектирования компонентов, узлов измерительных систем, участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и других сопроводительных материалов) проектной и рабочей документации в области автоматизации</p>	<p><b>ПК-4.5</b> Способность выполнять проектирование элементов типовых механических устройств приборов и средств автоматизации, с использованием справочной литературы и нормативно-технической документации</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы функциональных блоков механических устройств автоматики; классификацию деталей, особенности конструкций стандартных деталей и узлов, использующихся в механизмах и приборах (ЗН-1);</li> <li>- классификацию и параметры упругих элементов чувствительных устройств приборов (ЗН-2);</li> <li>- назначение, структуру, параметры, методы анализа основных типов механизмов автоматики (ЗН-3);</li> <li>- основные этапы проектирования и их содержание; общие сведения о взаимозаменяемости; допуски, посадки, качество обработки (ЗН-4);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать в соответствии с техническим заданием типовые механические устройства, элементы приборов и средств автоматики, в том числе: выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы механических устройств, приборов, средств автоматики; составлять расчетные схемы реальных изделий; выполнять проектирование механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов (У-1);</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками компьютерного проектирования типовых элементов чувствительных устройств и механизмов приборов на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской документации (Н-1).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.02.02) и изучается на 3 курсе в 5-м и 6-м семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Введение в информационные технологии», «Математика», «Инженерная и компьютерная графика», «Прикладная механика», «Материаловедение».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Детали приборов» знания, умения и навыки могут быть использованы для таких учебных дисциплин как технологические измерения и приборы; технические средства автоматизации и управления, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>36</b>
семинары, практические занятия(в том числе практическая подготовка)	18 (2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18
курсовое проектирование (КР или КП)	КП (18)
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	2 РГР, тесты
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, зачет, экзамен (36)</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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Чувствительные элементы и передаточные механизмы приборов (5 семестр)	18		18	18	ПК-4	ПК-4.5
2.	Механические передачи устройств автоматики (6 семестр)	18	18		36	ПК-4	ПК-4.5

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-4.5	Чувствительные элементы и передаточные механизмы приборов
2	ПК-4.5	Механические передачи устройств автоматики

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение. Назначение и элементы измерительных приборов.</u> Основные определения: машина, механизм, прибор, деталь, узел, привод исполнительного устройства. Функциональные блоки измерительных устройств. Основные требования, предъявляемые к техническим устройствам (экономичность, надежность, работоспособность). Этапы инженерных расчетов. Этапы проектирования. Конструкционные материалы и их применение в деталях приборов. Назначение коэффициента запаса прочности.	2	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Назначение, классификация. Материалы упругих элементов. Основные параметры: жесткость, чувствительность. Упругая характеристика. Неупругие эффекты. Плоские пружины. Винтовые пружины растяжения-сжатия и кручения. Мембранные упругие элементы. Сильфоны. Трубочатые упругие элементы.	6	
1	<u>Механизмы измерительных приборов</u> Механизм, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь, подвижность пространственного и плоского механизма. Структурный анализ механизма. Основы структурного синтеза механизма. Схемы передаточных механизмов приборов. Функция положения рычажного механизма. Точность рычажного механизма.	4	
1	<u>Детали механизмов измерительных приборов.</u> Детали и конструктивные элементы стержневых механизмов. Конструкции кинематических пар стержневых механизмов. Способы записи. Виды шкал и указателей. Параллакс и антипараллаксные приспособления	4	
1	<u>Основы взаимозаменяемости.</u> Понятие допуска, посадки. Допуски размеров, формы и расположения поверхностей.	2	
2	<u>Общие сведения о приводе устройства автоматики.</u> Механические передачи, их назначение и разновидности. Кинематические схемы передач. Характеристики передач. Законы передачи мощностей и моментов. КПД сложной механической передачи.	2	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Зубчатые передачи.</u> Классификация и области применения зубчатых передач. Стандартные геометрические параметры зубчатых передач. Кинематика прямозубых и косозубых цилиндрических передач. Силы, действующие в прямозубых и косозубых зубчатых передачах. Расчет зубьев прямозубых и косозубых цилиндрических передач на контактную выносливость и выносливость при изгибе. Передачи зацеплением коническими колёсами. Область применения конических зубчатых передач. Геометрические параметры передачи. Основы расчета.</p>	6	Презентация
2	<p><u>Планетарные и волновые зубчатые передачи.</u> Кинематические схемы и элементы волновой передачи. Принцип действия. Достоинства и недостатки волновых передач.</p>	2	
2	<p><u>Червячные передачи.</u> Принцип действия. Достоинства и недостатки, область применения червячных передач. Материалы червяка и червячного колеса. Геометрические параметры червячной передачи. Виды разрушения и основные критерии работоспособности червячных передач. Силы, действующие в червячной передаче.</p>	2	Презентация
2	<p><u>Оси, валы и их соединения.</u> Оси и валы, их назначение в машинах. Классификация осей и валов. Порядок и основы расчета валов. Проектный и проверочный расчеты валов по номинальным напряжениям. Расчет валов на выносливость. Расчет валов на жесткость. Муфты; назначение, классификация, выбор муфт по каталогам.</p>	3	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Опоры валов и осей. Направляющие поступательного движения.</u> Подшипники скольжения. Общие сведения. Области применения. Основные типы подшипников скольжения. Основные параметры подшипников. Критерии работоспособности. Режимы работы подшипников скольжения. Расчет подшипников Основные положения учения о трении смазочных поверхностей.</p> <p>Подшипники качения. Классификация подшипников качения. Главные критерии работоспособности подшипников. Статическая и динамическая грузоподъемности подшипников. Выбор и расчёт подшипников</p>	3	Презентация

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

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

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<u>Кинематический и прочностной расчет зубчатых передач</u> Определение передаточных чисел, крутящих моментов, диаметров валов из условия прочности	2		Компьютерное моделирование
2	<u>Проектирование зубчатых передач</u> Компьютерное проектирование цилиндрических зубчатых колес	2	0,5	Компьютерное моделирование
2	<u>Проектирование зубчатых передач</u> Компьютерное проектирование цилиндрической зубчатой передачи	4	0,5	Компьютерное моделирование
2	<u>Проектирование зубчатых передач</u> Компьютерное проектирование Конических зубчатых колес	2	0,5	Компьютерное моделирование
2	<u>Проектирование зубчатых передач</u> Компьютерное проектирование конической зубчатой передачи	4	0,5	Компьютерное моделирование



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<u>Уточненный расчет валов</u> Построение эпюр. Определение опасных сечений.	2		Слайд- презентация
2	<u>Расчет подшипников</u> Подбор и расчет долговечности подшипников	2		Слайд- презентация

#### 4.4.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Жесткость спиральных пружин. Упругая характеристика. Гистерезис	2		Лабораторная установка
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Прочность и жесткость винтовых пружин растяжения. Упругая характеристика. Гистерезис.	1		Лабораторная установка
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Прочность и жесткость винтовых пружин сжатия. Упругая характеристика. Гистерезис.	1		Лабораторная установка
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Конструкции, прочность и жесткость сильфонов. Упругая характеристика. Гистерезис.	2		Лабораторная установка

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Упругая характеристика. Гистерезис одновитковых трубчатых пружин.	2		Лабораторная установка
1	<u>Упругие элементы механических устройств</u> Упругая характеристика. Гистерезис многовитковых трубчатых пружин.	2		Лабораторная установка
1	<u>Механизмы приборов</u> Структурный анализ плоских механизмов	2		Работа с макетами механизмов
1	<u>Механизмы приборов</u> Синтез рычажного механизма методом векторных контуров	2		Компьютерное моделирование
1	<u>Механизмы приборов</u> Нарезание зубчатых колес	2		Работа с макетами станков
1	<u>Механизмы приборов</u> Синтез цилиндрической зубчатой передачи	2		Компьютерное моделирование

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. Часы	Форма контроля
1	Расчет манометрических пружин	2	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. Часы	Форма контроля
1	Проектирование упругих элементов приборов: - расчет и конструирование чувствительного устройства манометра с одновитковой трубчатой пружиной; - разработка конструкции сильфонного чувствительного устройства манометра; - разработка конструкции чувствительного устройства манометрического газового термометра; Оформление документации для курсового проекта	16	Проверка КП Устный опрос
2	Конструирование мелко модульных зубчатых колес	18	Проверка РГР Устный опрос
2	Конструирование мелко модульных зубчатых передач	18	Проверка РГР Устный опрос

#### 4.5.1 Темы тестов

Механические передачи (тест с привлечением ресурсов <http://fepo.i-exam.ru>)

Соединения деталей машин (тест с привлечением ресурсов <http://fepo.i-exam.ru>)

#### 4.5.2 Темы индивидуальных заданий.

1. Расчет манометрической пружины
2. Кинематический анализ механизмов

#### 4.5.3 Темы расчетно-графических работ

1. Конструирование мелко модульных зубчатых колес (РГР-1).
2. Конструирование мелко модульных зубчатых передач (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 Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме приема курсового проекта, экзамена – 5 семестр, и зачета – 6 семестр.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

### Вариант № 1

1 **Волновые зубчатые передачи (схемы). Устройство и принцип действия, достоинства и недостатки.** Кинематика; экологическое значение волновой передачи. *Основы расчёта.*

2 **Оси и валы механизмов. Назначение, схемы, классификация.** Конструктивные элементы прямого вала. Предварительный расчет вала на прочность. *Расчет на статическую и усталостную прочность.*

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

Время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### Вариант № 1

1. **Отсчетные устройства. Назначение. Классификация.** *Параллакс и антипараллаксные приспособления.* Регистрирующие отсчетные устройства. Бесконтактные формы записи.

2. **Упругие элементы. Назначение.** Классификация. *Материалы, применяемые для упругих элементов.*

3. **Задача.** Структурный анализ механизмов. Определить число степеней свободы механизма.

Отдельные фрагменты вопросов в билете выделены шрифтом:

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

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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 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.

2 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.

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

4 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

4 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопротивление 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.

5 Луцко, А.Н. Исследование кинематики кривошипно-ползунного механизма графическим и аналитическим методами: методические указания к лабораторной работе / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2014. – 26 с.

6 Луцко, А.Н. Кинематический и силовой анализ рычажных механизмов приборов: методические указания к выполнению курсового проекта / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2015. – 25 с.

7 Заплетохин, В.А. Проектирование кулачковых механизмов устройств автоматики: учебно-методическое пособие/ В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 24 с.

8 Заплетохин, В.А. Синтез кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем: методические указания к выполнению курсового проекта / В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2015. – 18 с.

9 Заплетохин, В.А. Расчет и конструирование зубчатого мотор-редуктора автоматических устройств: учебное пособие / В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2019. – 76 с.

#### **б) электронные учебные издания:**

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

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

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

4 Техническая механика. Ч. 2. 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.

5 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. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6 Луцко, А.Н. Исследование кинематики кривошипно-ползунного механизма графическим и аналитическим методами: методические указания к лабораторной работе / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2014. – 26 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7 Луцко, А.Н. Кинематический и силовой анализ рычажных механизмов приборов: методические указания к выполнению курсового проекта / А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ( ТУ), 2015. – 25 с. // СПбГТИ.

Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8 Заплетохин, В.А. Проектирование кулачковых механизмов устройств автоматики: учебно-методическое пособие / В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2017. – 24 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

9 Заплетохин, В.А. Синтез кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем: методические указания к выполнению курсового проекта / В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. – 18 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

10 Заплетохин, В.А. Расчет и конструирование зубчатого мотор-редуктора автоматических устройств: учебное пособие / В.А. Заплетохин, А.Н. Луцко, Э.А. Павлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 76 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 «Проектирование механизмов средств автоматизации» 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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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

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

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 приходить, 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:

- Microsoft Office, OpenOffice или LibreOffice,
- MathCAD,
- Компас 3DLT.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.



13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

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

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий**, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

### **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; компьютеры; доска; демонстрационный экран, проектор.

1. установка для определения параметров спиральной пружины,
2. установка для определения параметров пружины растяжения,
3. установка для определения параметров пружины сжатия,
4. установка для определения параметров сильфона,
5. установка для определения параметров одновитковой пружины,
6. установка для определения параметров многовитковой пружины,
7. набор зубчатых колес,
8. макеты типовых механизмов
9. набор упругих элементов

### **Помещение для самостоятельной работы,**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор, экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Детали приборов»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-4</b>	Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета и проектирования компонентов, узлов измерительных систем, участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и других сопроводительных материалов) проектной и рабочей документации в области автоматизации	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-4.5</b> Способность выполнять проектирование элементов типовых механических устройств приборов и средств автоматизации, с использованием справочной литературы и нормативно-технической документации	<b>Знать:</b> основные типы функциональных блоков механических устройств автоматики; классификацию деталей, особенности конструкций стандартных деталей и узлов, использующихся в механизмах и приборах (ЗН-1);	Ответы на вопросы № 2, 3, 16-18, 28 к экзамену, 41-44 к зачету	воспроизводит базовые положения и сведения о назначении основных типов функциональных блоков механических устройств автоматики; называет признаки, по которым классифицируют детали, называет особенности конструкций стандартных деталей и узлов, использующихся в механизмах и приборах; дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения и сведения о назначении основных типов функциональных блоков механических устройств автоматики; классифицирует детали, называет особенности конструкций стандартных деталей и узлов, использующихся в механизмах и приборах; дает развернутые пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью и	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о назначении основных типов функциональных блоков механических устройств автоматики; классифицирует детали, называет особенности конструкций стандартных деталей и узлов, использующихся в механизмах и приборах; дает четкие пояснения, в том числе с привлечением

			в применении терминов	нечеткостью формулировок	дополнительного материала
	<b>Знать:</b> классификацию и параметры упругих элементов чувствительных устройств приборов (ЗН-2);	Ответы на вопросы № 8-15 к экзамену, Выполнение курсового проекта	воспроизводит базовые положения и сведения об упругих элементах, называет признаки, по которым классифицируют упругие элементы и основные параметры; выполняет основные схемы, дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения об упругих элементах, классификацию упругих элементов и их основные параметры; выполняет необходимые схемы и построения, дает развернутые пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения об упругих элементах, классификацию упругих элементов и их основные параметры; выполняет необходимые схемы и построения, дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала
	<b>Знать:</b> назначение, структуру, параметры, методы анализа основных типов механизмов автоматики (ЗН-3);	Ответы на вопросы № 19-27 к экзамену, 30-40 к зачету, выполнение РГР	воспроизводит базовые положения и сведения о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного, кинематического и силового анализа; выполняет основные	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного, кинематического и силового анализа; выполняет	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного,

			схемы, дает пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	необходимые схемы и построения, дает развернутые пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок	кинематического и силового анализа; выполняет необходимые схемы и построения, дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала
	<b>Знать:</b> основные этапы проектирования и их содержание; общие сведения о взаимозаменяемости; допуски, посадки, качество обработки (ЗН-4);	Ответы на вопросы № 1, 4 – 7, 29 к экзамену, выполнение курсового проекта	воспроизводит базовые положения и сведения о последовательности проектирования, основное содержание этапов проектирования; взаимозаменяемости; допусках, посадках, качестве обработки; дает пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о последовательности проектирования, основное содержание этапов проектирования; взаимозаменяемости; допусках, посадках, качестве обработки; дает развернутые пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о последовательности проектирования, основное содержание этапов проектирования; взаимозаменяемости; допусках, посадках, качестве обработки; дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала

	<p><b>Уметь:</b> проектировать в соответствии с техническим заданием типовые механические устройства, элементы приборов и средств автоматики, в том числе: выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы механических устройств, приборов, средств автоматики; составлять расчетные схемы реальных изделий; выполнять проектирование механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов (У-1);</p>	<p>Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий</p>	<p>на основе исходных данных для проектирования, подбирает необходимые методики расчета типовых механических устройств, приборов, средств автоматики; выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам стандартные элементы для комплектации приборов и средств автоматики; составляет расчетные схемы реальных изделий; выполняет проектирование механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов; разрабатывает и</p>	<p>анализирует исходные данные для проектирования; подбирает необходимые методики расчета; выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам элементы для комплектации приборов и средств автоматики; составляет расчетные схемы реальных изделий; выполняет проектирование механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на</p>	<p>анализирует исходные данные для проектирования; подбирает и уточняет методики расчета; подбирает конструкционные материалы, выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам оптимальные элементы для комплектации приборов и средств автоматики; выполняет проектирование механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую</p>
--	---	--	--	--	---

			оформляет в техническую документацию на всех этапах проектирования механических устройств приборов, средств автоматизации и их элементов; допускает небольшие расчетные и графические ошибки, небрежность в оформлении документации, нарушает сроки выполнения работ, не может оптимизировать конструкцию	всех этапах проектирования; допускает небольшие расчетные, графические ошибки и недочеты в оформлении, может предлагать оптимизацию отдельных узлов конструкции	документацию на всех этапах проектирования; оптимизирует разрабатываемую конструкцию
	<b>Владеть:</b> Навыками компьютерного проектирования типовых элементов чувствительных устройств и механизмов приборов на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской документации (Н-1).	Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий	Разрабатывает эскиз компоновки типовых элементов чувствительных устройств и механизмов приборов; небрежно и несвоевременно оформляет техническую документацию; допускает небольшие ошибки в	Разрабатывает эскиз компоновки типовых элементов чувствительных устройств и механизмов приборов, аккуратно и своевременно оформляет техническую документацию; допускает несущественные	Разрабатывает эскиз компоновки типовых элементов чувствительных устройств и механизмов приборов, не допуская ошибок

			изображениях, надписях и размерах	ошибки в проставке размеров и допусков форм	
--	--	--	--------------------------------------	---	--

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

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

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена; шкала оценивания – балльная.

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме курсового проекта (работы); шкала оценивания – балльная.



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

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4

Примечание:

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

#### Первый раздел дисциплины

##### Проектирование механических передач средств автоматизации

(проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - экзамена)

##### Теоретический вопрос:

- 1 **Понятие о проектировании, расчете и конструировании. Цели и задачи проектирования.** Этапы проектирования в соответствии с ГОСТ. *Содержание этапов проектирования (виды и назначение технической документации). Общее значение и содержание, пред- и пост проектных работ.*
- 2 **Общие понятия о механических устройствах автоматики: механизм, звено, кинематическая пара. Типовые устройства на базе механизмов приборов.** Функциональные блоки-схемы механических устройств. *Типы и назначение функциональных преобразователей.*
- 3 **Функциональное назначение механизмов приборов в устройствах автоматики (примеры). Законы передачи мощности, момента и скорости.** Порядок исследования и проектирования (синтеза) механизмов. *Содержание и нормативные этапы проектирования деталей приборов и средств автоматизации.*
- 4 **Понятие о расчете и конструировании элементов** приборов и средств автоматики. Конструирование, как составная часть проектирования. Общие требования к конструкциям механизмов приборов и средств автоматизации.
- 5 **Основные критерии работоспособности элементов механизмов приборов и средств автоматики. Параметры работоспособности.** Условия работоспособности. *Примеры расчетных зависимостей для прогнозирования работоспособности элементов конструкций.*
- 6 **Надежность, экономичность, технический уровень, как важнейшие составляющие качества изделий.** Общетехнические требования, обеспечивающие надежность, экономичность. *Примеры технических показателей качества изделия.*
- 7 **Надежность механических устройств автоматики. Вероятность безотказной работы. Вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов системы.** Три периода эксплуатации изделия. *Интенсивность отказов; зависимость интенсивности отказов от времени. Способы повышения надежности.*
- 8 **Упругие элементы. Назначение.** Классификация. *Материалы, применяемые для упругих элементов.*
- 9 **Основные параметры упругих элементов. Упругая характеристика, жесткость, чувствительность, гистерезис, последствие, релаксация и др.**
- 10 **Жесткость последовательно и параллельно соединенных упругих элементов.** *Плоские пружины.*
- 11 **Винтовые пружины. Назначение.** Конструкции. *Геометрические параметры.*
- 12 **Прочность винтовых пружин растяжения - сжатия. Внутренние усилия и напряжения в поперечном сечении витка.** Определение диаметра проволоки пружины растяжения (сжатия). *Порядок расчета.*
- 13 **Жесткость винтовых пружин растяжения - сжатия. Деформации пружин.** Порядок расчета. *Понятие об устойчивости пружин сжатия.*

- 14 **Манометрические упругие элементы.** Тяговое усилие, тяговая характеристика, эффективная площадь. **Мембраны, сильфоны.** *Применение в приборах.*
- 15 **Трубчатые пружины.** **Применение,** конструкции, *профили поперечных сечений* (трубок Бурдона и Нагаткина).
- 16 **Классификация передаточных механизмов.** Схемы типовых механизмов приборов: зубчатые механизмы, стержневые (рычажные и шарнирные) механизмы, *механизмы с упругими звеньями, клиновые и винтовые механизмы, червячные механизмы, фрикционные механизмы, механизмы с гибким звеньями, кулачковые механизмы, механизмы прерывистого движения, комбинированные механизмы, механизмы переменной структуры.*
- 17 **Передачи зацеплением: назначение, основные элементы, основные параметры, достоинства и недостатки. Передаточное отношение, передаточное число.** Классификация передач зацеплением. *Сравнительная характеристика основных типов передач зацеплением.*
- 18 **Назначение и классификация машин и механизмов.** Передачи трением и зацеплением. Рычажные, зубчатые, фрикционные, кулачковые, винтовые и др. механизмы (схемы и элементы).. Звенья и кинематические пары механизмов. Термины, условные изображения. *Классификация кинематических пар.*
- 19 **Кинематические цепи. Кинематические цепи передаточного механизма и манипулятора.** Определение степени подвижности пространственного и плоского механизма (формулы Сомова - Малышева и Чебышева). *Примеры определения подвижности рычажных, кулачковых и зубчатых механизмов.*
- 20 **Структурный анализ механизмов. Схемы простейших механизмов. Названия звеньев.** Цель и способ определения степени подвижности механизма. Группа Ассура. *Структурный синтез механизмов.*
- 21 **Кинематический анализ рычажных механизмов: исходные данные, цели и задачи. Методика построения планов положений, скоростей. План ускорений рычажного механизма.**
- 22 **Аналитическая кинематика рычажных механизмов: достоинства и недостатки. Алгоритм метода замкнутых векторных контуров.** Получение зависимостей для расчета перемещений, скоростей и ускорений звеньев на примере кривошипно-ползунного механизма.
- 23 **Стержневые механизмы. Кулисный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 24 **Стержневые механизмы. Синусный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 25 **Стержневые механизмы. Тангенсный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 26 **Стержневые механизмы. Кривошипно-ползунный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 27 **Стержневые механизмы. Четырехзвенный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 28 **Отсчетные устройства. Назначение. Классификация.** Регистрирующие отсчетные устройства. Бесконтактные формы записи. *Параллакс и антипараллаксные приспособления.*
- 29 **Основы взаимозаменяемости. Основные понятия и определения.** Виды посадок и их применение. Шероховатость поверхности. Простановка параметров шероховатости на чертежах  
**Практическое задание:**
  - 1 Определить жесткость последовательно соединенных упругих элементов.
  - 2 Определить жесткость параллельно соединенных упругих элементов.
  - 3 Рассчитать параметры винтовой пружины растяжения.

- 4 Рассчитать параметры винтовой пружины сжатия.
- 5 Рассчитать параметры винтовой пружины кручения.
- 6 Структурный анализ механизмов. Определить число степеней свободы механизма.
- 7 Структурный анализ механизмов. Выделить из механизма базовый механизм и отдельные группы Ассура.
- 8 Построить план положения кривошипно-ползунного механизма.
- 9 Построить план положения четырехзвенного механизма.
- 10 Построить план скоростей кривошипно-ползунного механизма.
- 11 Построить план скоростей четырехзвенного механизма.
- 12 Получить зависимости для расчета перемещений звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 13 Получить зависимости для расчета скоростей звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 14 Получить зависимости для расчета *ускорений* звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 15 Определить функцию положения кулисного механизма.
- 16 Определить функцию положения синусного механизма.
- 17 Определить функцию положения тангенсного механизма.
- 18 Определить функцию положения кривошипно-ползунного механизма.
- 19 Определить функцию положения четырехзвенного механизма.

## Второй раздел дисциплины

### Проектирование механизмов приборов

(проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

#### Теоретический вопрос:

- 30 **Механические передачи, их назначение и разновидности. Кинематические схемы передач. Характеристики передач. Законы передачи мощностей и моментов. КПД сложной механической передачи.**
- 31 **Геометрические параметры эвольвентного зацепления. Модуль прямозубого колеса.** Делительная и начальная окружности. Окружность вершин и впадин зубчатого колеса. *Эвольвента и её свойства. Основная окружность. Производящая прямая. Профильный угол.*
- 32 **Нарезание зубчатых колес: метод копирования, метод обкатки (схемы, достоинства и недостатки, условия применения).** Исходный начальный и исходный производящий контуры (схемы параметры). *Суть и цель корригирования зубчатых колес. Смещение. Коэффициент смещения.*
- 33 **Точность зубчатых передач. Степени точности. Виды сопряжения зубчатых колес.** Нормы кинематической точности, плавности работы, контакта зубьев (формулировки). *Области применения передач с различными степенями точности. Способы повышения точности передачи.*
- 34 **Конические зубчатые передачи – область применения, конструкция. Определение передаточного числа.** Геометрические параметры. *Силы, действующие в конической зубчатой передаче.*
- 35 **Червячные передачи: элементы, схема, достоинства и недостатки.** Геометрические параметры. Передаточное число. Конструкции червяков и червячных колес. *Силы, действующие на червяк и червячное колесо.*
- 36 **Мертвый ход в зубчатых передачах: проявления, причины возникновения,** случаи отрицательное и положительного влияния на работу механизма. Способы уменьшения мертвого хода. *Конструктивные способы устранения бокового зазора в зубчатых передачах.*
- 37 **Силы, действующие в цилиндрической прямозубой передаче. Связь сил с передаваемой мощностью.** Определение расчетной удельной

нагрузки. Контактные напряжения. Формула Герца-Беляева. *Способы уменьшения контактных напряжений.*

- 38 **Ряды зубчатых колес. Последовательное и кратное зацепление.** Определение передаточного отношения (числа) и направления вращения. *Определение момента на промежуточном и выходном валу по заданной передаваемой мощности.*
- 39 **Дифференциальные и планетарные зубчатые механизмы. Основные элементы.** Достоинства и недостатки. *Определение передаточного числа методом инверсии.*
- 40 **Волновые зубчатые передачи (схемы). Устройство и принцип действия, достоинства и недостатки.** Кинематика; экологическое значение волновой передачи. *Основы расчёта.*
- 41 **Оси и валы механизмов. Назначение, схемы, классификация.** Конструктивные элементы прямого вала. Предварительный расчет вала на прочность. *Расчет на статическую и усталостную прочность.*
- 42 **Муфты. Назначение и классификация муфт. Виды несоосности валов.** Выбор типовых муфт по каталогам. *Устройство втулочных, фланцевых, упругих втулочно-пальцевых муфт.*
- 43 **Опоры подвижных систем: разновидности, достоинства и недостатки.** Классификация подшипников качения. Конструкции и элементы подшипников. Выбор подшипников качения. *Параметры и расчет подшипника качения.*
- 44 **Опоры подвижных систем с трением скольжения: конструкции, материалы элементов, достоинства и недостатки.** Классификация подшипников скольжения. Конструкции. Элементы подшипников. Статические и динамические подшипники скольжения. *Расчет подшипников полужидкостного трения.*

#### **Практическое задание:**

- 20 Определить передаточное число цилиндрической зубчатой передачи.
- 21 Определить мощность на выходном валу цилиндрического редуктора.
- 22 Определить геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи.
- 23 Определить передаточное число конической зубчатой передачи.
- 24 Определить мощность на выходном валу конического редуктора.
- 25 Определить геометрические параметры конической зубчатой передачи.
- 26 Определить передаточное число червячной зубчатой передачи.
- 27 Определить мощность на выходном валу червячного редуктора.
- 28 Определить геометрические параметры червячной зубчатой передачи.
- 29 Определить силы, действующие в цилиндрической прямозубой передаче.
- 30 Определить силы, действующие в конической передаче.
- 31 Определить силы, действующие в червячной передаче.
- 32 Определить передаточное число планетарной передачи.
- 33 Определить передаточное число дифференциальной передачи.
- 34 Рассчитать фланцевую муфту.
- 35 Рассчитать упругую втулочно-пальцевую муфту.
- 36 Рассчитать долговечность подшипника.

#### **4. Курсовой проект.**

Темой курсового проекта является расчет и конструирование чувствительных устройств манометра для различных исполнительных устройств систем автоматики. Курсовой проект состоит из трех этапов: 1) расчет и конструирование чувствительного устройства манометра с одновитковой трубчатой пружиной; 2) разработка конструкции сильфонного чувствительного устройства манометра; 3) разработка конструкции чувствительного устройства манометрического газового термометра.

Целью первого этапа курсового проекта является расчет и конструирование чувствительного устройства манометра с одновитковой трубчатой пружиной. Исходными данными являются предел измерения манометра  $P$ , радиус кривизны трубки  $R$ , центральный угол  $\gamma$ , форма поперечного сечения (эллиптическое или плоскоовальное), материал трубчатой пружины.

**Варианты заданий.**  
**Сечение пружины эллиптическое**

№ вар.	$P, \text{МПа}$	$R, \text{мм}$	$\gamma, \text{град}$	Материал
1	1,5	60	180	сталь Х18Н9Т
2	1,6	58	190	сталь Х18Н10Т
3	1,8	56	200	сталь 0Х18Н10Т
4	2,0	55	210	латунь Л62
5	2,2	52	220	латунь Л80
6	2,4	50	230	бронза Бр. ОЦ 4-3
7	2,5	48	240	бронза Бр. ОФ 4-0,25
8	2,8	46	235	сталь Х18Н9Т
9	3,0	45	230	латунь Л62
10	3,2	44	225	сталь Х15Н9Ю
11	3,5	42	220	бронза Бр. ОЦ 4-3
12	4,0	40	215	сталь 50ХФА
13	4,2	38	210	сплав 42НХТЮ
14	4,5	36	205	бронза Бр. Б2
15	4,8	34	200	бронза Бр. Б2,5
16	5,0	32	195	сплав 36НХТЮ
17	5,2	30	190	сплав 36НХТЮМ5
18	5,5	60	185	сплав 36НХТЮМ8
19	6,0	58	180	сплав 42НХТЮ
20	6,5	56	185	сплав 44НХТЮ
21	7,0	54	190	сплав 97НЛ
22	7,5	52	195	сплав 36НХТЮ
23	8,0	50	200	бронза Бр. Б2
24	8,5	48	205	бронза Бр. Б2,5
25	9,0	46	210	бронза Бр. БНТ1,9
26	10	44	215	бронза Бр. БНТ1,7
27	12	42	220	мельхиор МНМц 20-20
28	15	40	225	сталь Х15Н9Ю
29	20	38	230	сталь 50ХФА
30	25	36	220	сплав 97НЛ

Варианты заданий.  
Сечение пружины плоскоовальное

№ вар.	$P, \text{МПа}$	$R^2, \text{мм}$	$\gamma, \text{град}$	Материал
31	35	60	180	сплав 97НЛ
32 <sup>v</sup>	30	58	185	бронза Бр. БНТИ,9
33	25	56	190	бронза Бр. Б2,5
34	20	54	195	мельхиор МНМц 20-20
35	16	52	200	бронза Бр. Б2
36	15	50	205	бронза Бр. БНТИ,7
37	12	48	210	сплав 44НХТЮ
38	10	46	215	сплав 42НХТЮ
39	8	44	220	сплав 36НХТЮМ8
40	6	42	225	сплав 36НХТЮМ5
41	5	40	230	сплав 36НХТЮ
42	4	38	225	сталь 50ХФА
43	3	36	220	сталь 0Х18Н10Т
44	2	34	215	сталь Х18Н10Т
45	1,5	32	210	сталь Х18Н9Т
46	2,5	30	205	бронза Бр. ОФ4-0,25
47	3,5	32	200	латунь Л62
48	4,5	34	195	латунь Л80
49	5,5	36	190	бронза Бр. ОЦ4-3
50	6,5	38	185	бронза Бр. ОФ4-0,25
51	7,5	40	180	сталь Х15Н9Ю
52	8,5	42	185	сталь Х18Н9Т
53	9,5	44	190	сталь 50ХФА
54	11	46	195	сплав 36НХТЮ
55	13	48	200	сплав 36НХТЮМ5
56	14	50	205	бронза Бр. Б2,5
57	18	52	210	сплав 36НХТЮ М8
58	22	54	215	сплав 44НХТЮ
59	24	56	220	сплав 97НЛ
60	26	58	225	бронза Бр. БНТИ,9

Целью второго этапа курсового проекта является разработка конструкции сильфонного чувствительного устройства манометра. Исходными данными для расчета и конструирования являются: предел измерения давления –  $P_0$ , наружный диаметр сильфона –  $D$ ; материал сильфона. В процессе разработки конструкции необходимо выбрать сильфон, определить размеры и форму основных конструктивных элементов, определяющих работоспособность чувствительного устройства.

### Варианты заданий

$D$ , мм	$P_0$ , МПа									
	0,1	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0	6,4	10
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
18	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
20	31	32	33	34	35	36	37	38	39	—
25	40	41	42	43	44	45	46	47	—	—
28	48	49	50	51	52	53	54	55	—	—
30	56	57	58	59	60	61	62	63	—	—
34	64	65	66	67	68	69	70	—	—	—
38	71	72	73	74	75	76	77	—	—	—
42	78	79	80	81	82	83	—	—	—	—
48	84	85	86	87	88	89	—	—	—	—
55	90	91	92	93	94	—	—	—	—	—
60	95	96	97	98	99	—	—	—	—	—
65	100	101	102	103	104	—	—	—	—	—
75	105	106	107	108	—	—	—	—	—	—
85	109	110	111	—	—	—	—	—	—	—
Материал	Латунь Л80		Сталь Х18Н10Т		Бронза Бр. 2		Сплав 36НХТЮ			

Целью третьего этапа курсового проекта является разработка конструкции чувствительного устройства манометрического газового термометра. Исходными данными являются пределы изменения термометра  $T_{min}$  и  $T_{max}$ , давление заполнения азотом  $P_0$ , Радиус кривизны оси пружины  $R$ , материал многовитковой (геликоидальной) пружины, длина капилляра.

Номер задания	Пределы измерения термометра, °С		Давление заполнения азотом $P_0$ , МПа	Радиус кривизны оси пружины, $R$ , мм	Материал геликоидальной пружины	Длина капилляра, м
	нижний $T_{min}$	верхний $T_{max}$				
1	2	3	4	5	6	7
1	0	+120	1,0	10	сталь X18H9T	2,5
2	-20	+100	1,2	11	сталь X18H10T	6
3	-40	+80	1,5	12	сталь OX18H10T	10
4	-60	+60	1,8	13	латунь Л62	16
5	0	+140	2,0	14	латунь Л80	4
6	-20	+120	2,2	15	бронза Бр. ОЦ 4-3	1,6
7	-40	+100	2,5	16	бронза Бр. ОФ 4-0,25	2,5
8	-60	+80	2,8	17	сталь 50ХФА	4
9	-80	+60	3,0	18	бронза Бр. БНТ 1,7	6
10	0	+160	3,2	19	бронза Бр. Б2	10
11	-20	+140	3,5	20	бронза Бр. Б 2,5	16
12	-40	+120	3,8	21	сплав 36НХТЮ	20
13	-60	+100	4,0	22	сплав 36НХТЮМ5	25
14	-80	+80	3,8	23	сплав 36НТЮМ8	30
15	0	+180	3,5	24	сплав 42НХТЮ	35
16	-20	+180	3,2	25	сплав 44НХТЮ	40
17	0	+200	3,0	26	сплав 97НЛ	45
18	-20	+200	3,2	27	мельниор МНМц20-20	50
19	0	+300	3,5	28	сталь X15H9Ю	55
20	-40	+260	4,0	30	бронза Бр. БНТ 1,9	60

Примечание. Для нечетных номеров заданий поперечное сечение трубчатых пружин — плоскоовальное, для четных — эллиптическое.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями 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.