

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 21.09.2023 13:54:36  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 24 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

Направление подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы бакалавриата

Все направленности

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Проектирование механических устройств» обсуждена на заседании кафедры механики  
протокол от « 14 » 01 2022 № 1  
Заведующий кафедрой

Н.А. Марцулевич

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от « 18 » 01 2022 № 6

Председатель

А.Н. Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»		О.А. Ремизова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	6
3. Объем дисциплины .....	6
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
4.2. Занятия лекционного типа .....	7
4.3. Занятия семинарского типа .....	8
4.4. Самостоятельная работа .....	11
4.4.1 Темы контрольных работ .....	11
4.4.2 Темы курсовых проектов .....	11
4.4.3 Темы индивидуальных заданий .....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	14
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	16
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	17
10.2. Программное обеспечение .....	17
10.3. Информационные справочные системы .....	17
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	17
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	

**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-1</b> Способен осуществлять тестирование, готовить отчетную техническую документацию с соблюдением норм, стандартов и технических условий в области автоматизированных систем управления производством</p>	<p><b>ПК-1.4</b> Способность использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технических средств автоматизации для надежной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные этапы проектирования и их содержание; назначение, области применения, особенности конструкций стандартных деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики (ЗН-1);</li> <li>- типы и параметры механических передач; принципы составления комбинированной механической передачи; методы определения параметров простых и комбинированных передач (ЗН-2);</li> <li>- типы и области применения неразъемных и разъемных соединений деталей; методы прочностных расчетов соединений деталей (ЗН-3);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы для комплектации механических устройств, приборов, средств автоматики; составлять расчетные схемы реальных изделий; выполнять кинематические и силовые расчеты механических устройств; выполнять проверочные и проектные расчеты на прочность, износостойкость и долговечность деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики; проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование; читать чертежи, разрабатывать и оформлять в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования технических средств автоматики (У-1);</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Навыками компьютерного проектирования типовых механических передач на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской документации (Н-1).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата Б1.В.ДВ.01.02 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», «Основы автоматизированного проектирования», «Прикладная механика», «Материаловедение», «Вычислительная математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Проектирование механизмов средств автоматизации» знания, умения и навыки могут быть использованы для таких учебных дисциплин как процессы и аппараты; технические средства автоматизации и управления; метрология, стандартизация и сертификация, 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)	4/ 144
<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)	1 РГР, тесты
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КП, 2 зачета</b>

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Закрытые передачи зацеплением (5 семестр)	18		18	18	ПК-1
2.	Открытые механические передачи. Узлы и соединения деталей механических устройств (6 семестр)	18	18		36	ПК-1

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.4	Закрытые передачи зацеплением
2	ПК-1.4	Открытые механические передачи. Узлы и соединения деталей механических устройств

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение. Назначение и элементы механических устройств.</u> История развития механических устройств и их роль в современном обществе. Основные определения: машина, механизм, деталь, узел, привод машины. Основные требования, предъявляемые к машинам (экономичность, надежность, работоспособность). Этапы инженерных расчетов. Этапы проектирования. Машиностроительные материалы и их применение в деталях машин. Назначение коэффициента запаса прочности.</p>	2	Презентация
1	<p><u>Общие сведения о приводе и механических передачах.</u> Механические передачи, их назначение и разновидности. Кинематические схемы передач. Характеристики передач. Законы передачи мощностей и моментов. КПД сложной машины.</p>	1	Презентация
1	<p><u>Механические передачи зацеплением.</u> Зубчатые, червячные передачи. Классификация и области применения 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.</p>	6	Презентация
1	<p><u>Передачи зацеплением коническими колёсами.</u> Область применения конических зубчатых передач. Геометрические параметры передачи. Основы расчета.</p>	1	Презентация
1	<p><u>Планетарные и волновые зубчатые передачи.</u> Кинематические схемы и элементы волновой передачи. Принцип действия. Достоинства и недостатки волновых передач.</p>	2	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<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.	2	Презентация
1	<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. Расчёт валов на выносливость. Расчет валов на жесткость. Муфты; назначение, классификация, выбор муфт по каталогам.	2	Презентация
1	<u>Опоры валов и осей.</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. Подшипники качения. Классификация подшипников качения. Главные критерии работоспособности подшипников. Статическая и динамическая грузоподъемности подшипников. Выбор и расчёт подшипников качения.	2	Презентация
2	<u>Механические передачи сцеплением.</u> Фрикционные передачи и вариаторы. Области применения. Общие эксплуатационные характеристики. Контактные напряжения (формула Герца). Геометрическое и упругое скольжение. Ременные передачи. Элементы ременной передачи. Достоинства и недостатки. Область применения. Геометрия и кинематика ременных передач. Усилия и напряжения в ремне. Кривые скольжения. Расчет ременных передач. Напряжения, возникающие в ремнях. Силы, действующие на валы в ременных передачах. Клиноременные передачи.	6	Презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Соединения деталей. Неразъемные соединения.</u> Общая характеристика и назначение соединений. Классификация соединений. Соединения неразъемные и разъемные. Сварные соединения. Основные типы соединений дуговой электросваркой. Соединение контактной сваркой. Условные обозначения сварных швов на чертежах. Расчеты на прочность сварных швов. Допускаемые напряжения и запасы прочности. Заклепочные соединения.</p> <p>Разъемные соединения. Резьбовые соединения. Основные определения. Классификация резьбы по назначению и по геометрической форме. Основные параметры резьбы. Стандарты резьбы. Резьбовые соединения: болтовые, винтовые, шпилечные. Материалы, применяемые для изготовления винтов, гаек и шайб. Трение в резьбе. Расчет элементов резьбы. Трение в резьбе.</p> <p>Шпоночные и шлицевые. Назначение, разновидности, область применения шпоночных соединений. Клеммовые соединения. Профильные соединения.</p>	6	Презентация
2	<p><u>Упругие элементы механических устройств</u> Назначение, классификация. Материалы упругих элементов. Основные параметры: жесткость, чувствительность. Упругая характеристика. Плоские пружины. Винтовые пружины растяжения-сжатия и кручения. Мембранные упругие элементы. Сильфоны. Трубочатые упругие элементы.</p>	4	
2	<p><u>Элементы устройств, работающие под давлением</u> Типовые оболочки. Расчет толщины стенки тонкостенной оболочки, нагруженной внутренним давлением.</p>	2	

#### 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>Расчет ременной передачи</u> Анализ исходных данных. Выбор типа и количества ремней. Расчет напряжений и долговечности.	4	2	Коллективное обсуждение
2	<u>Расчет соединений заформовкой</u> Анализ типовых конструкций. Расчет металлических деталей заформованных в пластмассу	2		
2	<u>Расчет резьбовых соединений.</u> Анализ расчетной схемы резьбового соединения. Определение усилия затяга напряженного резьбового соединения. Расчет на прочность.	4		
2	<u>Расчет сварных соединений.</u> Составление и анализ расчетной схемы соединения. Определение типов соединений и видов сварных швов. Определение допускаемых напряжений. Расчет на прочность.	4		
2	<u>Расчет винтовых пружин</u> Выбор материала. Назначение индекса пружины. Расчет жесткости пружины	2		
2	<u>Расчет сильфонов.</u> Определение геометрических параметров. Расчет жесткости.	2		Оптимизация конструкции с применением компьютерных программ

#### 4.4.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Структурный анализ механизмов	2		Работа с макетами механизмов
1	Нарезание зубчатых колёс	2		Работа с макетами станков
1	Изучение цилиндрического редуктора	2		Цилиндрический редуктор
1	Изучение червячного редуктора	2		Червячный редуктор
1	Определение КПД цилиндрической зубчатой передачи	2		Лабораторная установка
1	Определение КПД червячной передачи	2		Лабораторная установка
1	Определение КПД планетарной передачи	2		Лабораторная установка
1	Определение упругой характеристики винтовых пружин	2		Лабораторная установка
1	Определение упругих характеристик трубчатых пружин	2		Лабораторная установка

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Кинематический расчет комбинированной механической передачи	4	Проверка расчетов. Устный опрос, ИДЗ
1	Расчет зубчатых передач	6	Проверка расчетов. Устный опрос
1	Конструирование колес закрытой зубчатой передачи	4	Проверка расчетов и чертежей. Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Разработка компоновки редуктора	4	Проверка чертежа Устный опрос, тест
2	Проектирование ременной передачи	6	Опрос, ИДЗ
2	Расчет и проектирование соединений деталей машин	20	Опрос, проверка эскизов, тест
2	Проектирование сильфонного устройства	10	Проверка расчетов и чертежа, РГР

#### **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. Кинематика многоступенчатой передачи
2. Расчет червячной передачи
3. Расчет ременной передачи

#### **4.5.3 Темы расчетно-графических работ**

Расчет сильфонного чувствительного устройства.

### **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, зачета – 5 семестр, и зачета – 6 семестр.

К сдаче зачетов 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. **Передачи с прямозубыми цилиндрическими колёсами: схемы, геометрические параметры, кинематика.** Силы, действующие в прямозубых передачах. *Определение сил в передаче по заданной мощности*
2. Рассчитать долговечность подшипника качения

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. 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.

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

5 Тестовые задания по дисциплине «Механика. Сопротивление 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.

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

5 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. // 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 механических устройств» 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 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:

- 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://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 статей.

#### **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. установка для определения КПД подшипников скольжения,
2. установка для определения КПД подшипников качения,
3. цилиндрические редукторы,
4. червячные редукторы,
5. планетарный редуктор,
6. набор подшипников,
7. набор механических муфт различных типов,
8. набор зубчатых колес,
9. макеты типовых механизмов
10. набор упругих элементов

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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Проектирование механических устройств»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-1</b>	Способен осуществлять тестирование, готовить отчетную техническую документацию с соблюдением норм, стандартов и технических условий в области автоматизированных систем управления производством	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-1.4</b> Способность использовать в профессиональной деятельности основы проектирования технических средств автоматизации, а также механических устройств для надежной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию	<b>Знает:</b> основные этапы проектирования и их содержание; назначение, области применения, особенности конструкций стандартных деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики (ЗН-1);	Ответы на вопросы № 1- 4, 9- 13, 27 – 31, 41 - 43 к зачёту.	воспроизводит базовые положения о проектировании и конструировании, о назначении, областях применения, особенностях конструкций стандартных деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о проектировании, конструировании, о назначении, областях применения, особенностях конструкций стандартных деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики; дает развернутые пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о проектировании, конструировании, об исходных данных для проектирования, о назначении, областях применения, особенностях конструкций стандартных деталей и узлов, используемых в механизмах, приборах, средствах автоматики дает четкие пояснения, в том числе с

				формулировок;	привлечением дополнительного материала;
	<p><b>Знает:</b>          типы и параметры механических передач;          принципы составления комбинированной механической передачи;          методы определения параметров простых и комбинированных передач (ЗН-2);</p>	<p>Ответы на вопросы № 5 – 8, 14 - 26 к зачёту.</p>	<p>воспроизводит базовые положения о типах и параметрах механических передач; принципах составления комбинированной механической передачи; методах определения параметров простых и комбинированных передач; дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в использовании терминов</p>	<p>воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о типах и параметрах механических передач; принципах составления комбинированной механической передачи; методах определения параметров простых и комбинированных передач; дает развернутые пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок</p>	<p>воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о типах и параметрах механических передач технологического оборудования; принципах составления комбинированной механической передачи; методах определения параметров простых и комбинированных передач; дает развернутые пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала;</p>

	<p><b>Знает:</b>          типы и области применения неразъёмных и разъёмных соединений деталей; методы прочностных расчётов соединений деталей (ЗН-3);</p>	<p>Ответы на вопросы № 32 – 40 к зачёту.</p>	<p>воспроизводит базовые положения о типах и областях применения неразъёмных и разъёмных соединений деталей; методах прочностных расчётов различных типов соединений деталей; дает пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью а также затруднениями в использовании терминов</p>	<p>воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о типах и областях применения неразъёмных и разъёмных соединений деталей; методах прочностных расчётов различных типов соединений деталей; дает пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок</p>	<p>воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о типах и областях применения неразъёмных и разъёмных соединений деталей; методах прочностных расчётов различных типов соединений деталей дает развернутые пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала;</p>
	<p><b>Умеет:</b>          выбирать по каталогам стандартные функциональные узлы для комплектации механических устройств, приборов, средств автоматики; составлять расчетные схемы реальных изделий; выполнять кинематические и силовые расчёты механических устройств; выполнять проверочные и</p>	<p>Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий</p>	<p>выбирает по каталогам стандартные функциональные узлы для комплектации механических устройств, составляет с помощью преподавателя алгоритм решения задачи, составляет</p>	<p>выбирает по каталогам материалы, стандартные функциональные узлы для комплектации приборов и средств автоматики; самостоятельно составляет алгоритм решения задачи, составляет расчетные</p>	<p>выбирает по каталогам стандартные функциональные узлы для комплектации механических устройств, составляет алгоритм решения задачи, самостоятельно подбирает</p>

	<p>проектные расчёты на прочность, износостойкость и долговечность деталей и узлов, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматики; проектировать в соответствии с техническим заданием типовое оборудование; читать чертежи, разрабатывать и оформлять в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования технических средств автоматики (У-1);</p>		<p>расчетные схемы реальных изделий; записывает основные формулы, выполняет расчеты, пользуясь компьютерными программами; проектирует в соответствии с техническим заданием типовое оборудование, в том числе читает чертежи; изготавливает эскизы и другую техническую документацию; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования механических устройств; при этом допускает небольшие ошибки, не может самостоятельно оценить правильность</p>	<p>схемы реальных изделий; выполняет проектные и проверочные расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выполняет расчеты на долговечность деталей и узлов, использующихся в механических устройствах; проектирует в соответствии с техническим заданием типовое оборудование; читает чертежи; изготавливает эскизы и другую техническую документацию; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования</p>	<p>необходимые исходные данные, записывает основные формулы, необходимые для решения задачи по расчету типовых элементов оборудования на прочность и жесткость, решает задачу без ошибок, анализирует полученный результат; выполняет проектные и проверочные расчеты типовых элементов оборудования по главным критериям работоспособности в соответствии с действующими методиками при помощи компьютерных программ, верно оценивает работоспособность элементов, намечает варианты оптимизации</p>
--	--	--	---	--	---

			получаемых результатов	механических устройств; при этом допускает небольшие ошибки по невнимательности, допускает небольшие ошибки в толковании результатов	конструкции
	<b>Владеет:</b> Навыками компьютерного проектирования типовых механических передач на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской документации (Н-1).	Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей; небрежно и несвоевременно оформляет техническую документацию; допускает небольшие ошибки в изображениях, надписях и размерах	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей, аккуратно и своевременно оформляет техническую документацию; допускает несущественные ошибки в простановке размеров и допусков форм	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей, не допуская ошибок

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме двух зачётов, защиты курсового проекта. Для получения зачёта, 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 ПК-1**

Примечание:

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

**Первый раздел дисциплины**  
**Закрытые передачи зацеплением**

(проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

- 1 Понятия о механических устройствах, узлах и деталях.** Основные типы механических устройств, их назначение и отличительные особенности. *Классификация деталей механических устройств.*
- 2 Понятие о проектировании и о проекте механического устройства. Цели и задачи проектирования.** Название этапов проектирования в соответствии со стандартом. *Содержание этапов проектирования (виды и назначение технической документации).*
- 3 Понятие о расчете и конструировании механических устройств.** Задачи, решаемые при расчете и конструировании. *Примеры использования стандартов при расчете и конструировании.*
- 4 Понятие об эффективности, надежности и экономичности изделий (оборудования).** Общетехнические требования предъявляемые к технологическому оборудованию. *Понятие о техническом уровне изделия.*
- 5 Механические передачи, их назначение и разновидности.** Кинематические схемы и параметры передач. *Диапазоны передаточных отношений типовых передач.*
- 6 Назначение, структура, параметры типовых механических приводов.** Кинематический расчёт привода. *Сравнительная характеристика приводов с различными передачами.*
- 7 Закон передачи мощности и момента.** Коэффициент полезного действия привода и редуктора. *Выбор электродвигателя механического устройства; определение потребляемой и номинальной мощности двигателя.*
- 8 Мощности рабочего органа и двигателя механического устройства. Передаточное отношение (передаточное число) привода.** Определение чисел оборотов и угловых скоростей валов привода. Определение мощности и крутящих моментов на валах привода. *Зависимость габаритов и сложности передачи от выбранного двигателя.*
- 9 Надёжность и экономичность деталей механических устройств.** Общетехнические требования к механическим устройствам. *Основные пути повышения надежности и экономичности.*
- 10 Главные критерии работоспособности деталей машин и общие принципы расчётов по этим критериям.** Физические модели и расчётные схемы деталей машин. Виды инженерных расчётов работоспособности деталей. *Этапы и последовательность инженерных расчётов на примере расчётов на прочность и жёсткость.*
- 11 Предельные напряжения для материала и их характеристики.** Допускаемые

- напряжения. *Способы выбора коэффициента запаса прочности и его влияние на качество детали. Значения коэффициентов запаса прочности.*
- 12 **Предельные напряжения для материала реальной детали.** Факторы, влияющие на предельные напряжения в деталях. *Учет факторов, влияющие на допускаемые напряжения материала детали.*
  - 13 **Конструкционные материалы, применяемые в машиностроении.** Особенности применения и требования, предъявляемые к ним. *Критерии выбора конструкционных материалов.*
  - 14 **Зубчатые передачи, основные разновидности (схемы, параметры).** Классификация зубчатых передач. Достоинства и недостатки. *Виды выхода из строя зубчатых передач.*
  - 15 **Передачи с прямозубыми цилиндрическими колёсами: схемы, геометрические параметры, кинематика.** Силы, действующие в прямозубых передачах. *Определение сил в передаче по заданной мощности.*
  - 16 **Контактные напряжения (формула Герца).** Алгоритм расчёта зубчатых передач на выносливость зубьев по контактными напряжениям. *Предельные и допускаемые контактные напряжения.*
  - 17 **Напряжения изгиба зубьев прямозубой передачи.** Опасные точки сечения. Основы расчёта зубчатых передач на выносливость зубьев при изгибе. *Предельные и допускаемые напряжения при изгибе.*
  - 18 **Передачи с коническими зубчатыми колёсами: геометрические параметры, кинематика.** Силы, действующие в конической зубчатой паре. *Приведение конического колеса к цилиндрическому. Нагрузочная способность конической передачи.*
  - 19 **Планетарные передачи: схемы, элементы передачи, область применения.** Кинематика. Метод инверсии. *Условия сборки.*
  - 20 **Волновые зубчатые передачи (схемы).** Устройство и принцип действия, достоинства и недостатки. Кинематика; экологическое значение волновой передачи. *Основы расчёта.*
  - 21 **Червячные передачи: схемы, область применения, кинематика.** Материалы элементов передачи. Силы, действующие в червячной паре. *Виды разрушений в червячной передаче. Алгоритм расчета червячной передачи.*
  - 22 **Конструкции червяков и червячных колес.** Геометрические параметры червячной передачи. Передаточное число червячной передачи. *Скольжение, потери и КПД в червячном редукторе.*

## Второй раздел дисциплины

### Открытые механические передачи.

#### Узлы и соединения деталей механических устройств

(проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

- 23 **Фрикционные передачи с параллельными и пересекающимися осями (принцип действия, схемы).** Достоинства и недостатки. Кинематика. Силовые характеристики. Области применения. *Основы расчёта катков фрикционных передач на контактную выносливость.*
- 24 **Вариаторы: схемы, область применения, передаточное отношение.** Диапазон регулирования. Схемы и особенности вариаторов различных типов вариаторов. Материалы основных элементов. *Критерии работоспособности. Упругое скольжение и буксование.*

- 25 **Ременные передачи: схемы, общие сведения и основные характеристики, области применения.** Достоинства и недостатки. Способы обеспечения необходимого сцепления. *Типы ремней, шкивов и применяемые для их изготовления материалы.*
- 26 **Ременные передачи: геометрические параметры и кинематика.** Силы, действующие на ременной передаче. *Напряжения, возникающие в ремнях.*
- 27 **Валы и оси: назначение и отличие. Разновидности, конструктивные элементы осей и валов (схемы).** Материалы, применяемые для валов и осей. Способы экономии материалов валов и осей. *Критерии работоспособности. Расчёт валов на статическую и усталостную прочность.*
- 28 **Подшипники скольжения: назначение, конструкции, классификация, достоинства и недостатки.** Области применения. Материалы подшипников скольжения и требования, предъявляемые к ним. *Причины выхода из строя. Режимы трения скольжения в подшипниках, коэффициенты трения. Статические и динамические подшипники.*
- 29 **Критерии работоспособности подшипников скольжения при полужидкостном трении.** Основы расчёта подшипников при полужидкостном трении. *Зависимость коэффициентов трения и режимов смазки от скорости вращения цапфы.*
- 30 **Подшипники качения: назначение, элементы, конструкции, область применения, достоинства и недостатки.** Классификация подшипников качения (схемы). Порядок выбора подшипников качения. *Методика расчёта подшипников по ГОСТ 18854-82 на долговечность. Требования к установке подшипников.*
- 31 **Муфты для соединения валов: назначение, классификация, виды несоосности валов.** Последовательность выбора типа и типоразмера муфты. Способы крепления муфт на валах. *Методы проверочного расчёта основных элементов муфт.*
- 32 **Соединения деталей машин: две группы соединений, назначение соединений. Классификация разъёмных и неразъёмных соединений.** Достоинства и недостатки, области и условия применения различных видов соединений.
- 33 **Сварные соединения. Виды сварки. Классификация сварных соединений и сварных швов.** Достоинства и недостатки сварных соединений. Основы расчёта различных сварных швов. *Условные обозначения сварных швов на чертежах.*
- 34 **Расчёт стыковых и угловых швов на прочность при действии на соединение силы или изгибающего момента.** Расчёт сварных швов при совместном действии сил и моментов. Допускаемые напряжения для материала сварного шва. *Способы дополнительной обработки шва, улучшающей качество соединения.*
- 35 **Резьбовые соединения: образование резьбовых поверхностей, классификация и основные параметры резьбы, классификация соединений.** Конструкции стандартных резьбовых соединений: болтовое, резьбовое, шпилечное. *Материалы, способы изготовления и классы прочности стандартных резьбовых деталей.*
- 36 **Профиль крепёжной резьбы. Трение в резьбе. КПД винтовой пары.** *Приведенный коэффициент трения. Моменты завинчивания и отвинчивания гаек. Условие самоторможения резьбы.*
- 37 **Распределение осевой силы по виткам резьбы согласно работам Н.Е.Жуковского. Расчёт соединений на прочность стандартного резьбового соединения при действии продольной силы; при действии поперечной силы (установка без зазора и с зазором).** *Проверочный расчёт элементов метрической резьбы на срез и смятие.*
- 38 **Напряжённые и ненапряжённые резьбовые соединения (примеры).** Основы расчёта резьбовых соединений на прочность. *Расчет напряженных резьбовых соединений на прочность.*

- 39 **Шпоночные соединения: назначение, конструкции, разновидности.** Подбор материалов и сечения стандартных шпонок. Расчёт шпоночных соединений. *Достоинства и недостатки шпоночных соединений. Посадки шпоночных соединений.*
- 40 **Шлицевые (зубчатые) соединения: назначения и разновидности. Области применения.** Проверочные расчёты на прочность. *Способы центрирования. Посадки в подвижных соединениях.*
- 41 **Упругие элементы машин. Основная функция и основное назначение упругих элементов.** Классификация упругих элементов. Материалы упругих элементов. Жесткость и податливость плоских пружин. *Неупругие эффекты.*
- 42 **Конструкции винтовых пружин растяжения и сжатия.** Геометрические параметры винтовых пружин. Усилия, возникающие в винтовых пружинах. *Расчет винтовых пружин на прочность и жесткость.*
- 43 **Элементы устройств, работающие под давлением. Типовые оболочки.** Расчет толщины стенки тонкостенной цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением. *Способы соединения оболочек.*

#### **4. Курсовой проект.**

- Проектирование привода ленточного конвейера;
- Проектирование привода подвесного конвейера;
- Проектирование привода питателя;
- Проектирование привода тарельчатого питателя;
- Проектирование привода шлюзового питателя;

#### **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.