

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.11.2023 17:43:44  
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**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ, ПРИБОРОВ И**  
**СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

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.02.01**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	6
4.3. Занятия лекционного типа. ....	6
4.4. Занятия семинарского типа. ....	11
4.4.1. Семинары, практические занятия. ....	11
4.4.2. Лабораторные занятия. ....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	13
4.5.1 Темы тестов.....	13
4.5.2 Темы индивидуальных заданий. ....	13
4.5.3 Темы расчетно-графических работ.....	13
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	14
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.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	18
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	18
10.3. Базы данных и информационные справочные системы. ....	18
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы. ....	19
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	19
Приложение № 1.....	20

**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>- назначение, области применения, особенности конструкций типовых элементов и сборочных единиц, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматизации (ЗН-1);</li> <li>- типы простейших механизмов, методы их структурного, кинематического и силового анализа; практические методы синтеза, расчета и конструирования типовых механизмов (ЗН-2);</li> <li>- этапы проектирования и их основное содержание в соответствии со стандартом, основные требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технических средств автоматизации (ЗН-3);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать в соответствии с техническим заданием типовые механизмы автоматизации, в том числе: анализировать исходные данные для проектирования; разрабатывать структурные и кинематические схемы механизмов, соответствующие заданным функциям; выполнять расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирать по каталогам стандартные элементы для комплектации приборов и средств автоматизации; разрабатывать на основе кинематических схем и расчетов конструкции типовых механизмов, отвечающих критериям точности и работоспособности; разрабатывать и оформлять в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		проектирования технических средств автоматики (У-1); <b>Владеть:</b> - Навыками компьютерного проектирования простейших элементов механических устройств средств автоматики на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской документации (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.02.01) 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 «Проектирование механизмов, приборов и средств автоматизации» 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.	Проектирование механических передач средств автоматизации (5 семестр)	18		18	18	ПК-4	ПК-4.5
2.	Проектирование механизмов приборов (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	Проектирование механических передач средств автоматизации
2	ПК-4.5	Проектирование механизмов приборов

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
----------------------	--	-------------------	---------------------

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Особенности проектирования, конструирования, расчетов и обеспечения надежности механизмов приборов и средств автоматизации</u></p> <p>Общие понятия о механизмах средств автоматизации. Функциональные схемы механических устройств. Типы функциональных преобразователей.</p> <p>Порядок исследования и проектирования механизмов. Содержание и нормативные этапы проектирования технических устройств. Понятие о расчете и конструировании механических элементов автоматики и средств автоматизации.</p> <p>Конструирование, как составная часть проектирования. Общие требования к конструкциям механизмов приборов и средств автоматизации. Критерии работоспособности.</p> <p>Надежность и экономичность изделий, как важнейшие показатели качества.</p> <p>Классификация передаточных механизмов.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Машины, механизмы приборов и исполнительных устройств.</u></p> <p>Назначение и классификация машин и механизмов. Передачи трением и зацеплением. Рычажные, зубчатые, фрикционные, кулачковые, винтовые и др. механизмы.</p> <p>Структурный анализ и синтез механизмов.</p> <p>Звенья и кинематические пары механизмов. Термины, условные изображения и обозначения. Классификация.</p> <p>Кинематические цепи. Кинематические цепи передаточного механизма и манипулятора. Определение степени подвижности пространственного и плоского механизма (формулы Сомова - Малышева и Чебышева).</p> <p>Структурный анализ механизмов. Схемы простейших механизмов. Названия звеньев. Определение степени подвижности. Структурный синтез механизмов. Группа Ассура. Образование механизмов.</p>	3	презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Зубчатые механизмы.</u></p> <p>Классификация зубчатых передач. Основные типы. Сравнительная характеристика различных типов зубчатых передач. Диапазоны передаточных чисел (передаточных отношений). КПД различных типов зубчатых передач.</p> <p>Передаточное число. Эвольвента и её свойства. Геометрические параметры эвольвентного зацепления. Способы нарезания зубчатых колес. Корригирование зубчатых колес. Коэффициент смещения. Картина зацепления.</p> <p>Точность зубчатых передач. Виды сопряжения зубчатых колес. Нормы кинематической точности, плавности работы, контакта зубьев. Мертвый ход и способы его уменьшения. Конструктивные способы устранения бокового зазора в зубчатых передачах.</p> <p>Силы, действующие в цилиндрической прямозубой передаче. Определение расчетной удельной нагрузки. Расчет зубьев на контактную прочность и контактную выносливость. Контактные напряжения. Формула Герца-Беляева. Расчет зубьев на прочность при изгибе. Методика расчета.</p> <p>Конические зубчатые передачи. Определение передаточного числа. Геометрические параметры. Силы, действующие в конической зубчатой передаче.</p> <p>Червячные передачи. Геометрические параметры. Передаточное число. Конструкции червяков и червячных колес. Силы, действующие на червяк и червячное колесо.</p> <p>Ряды зубчатых колес. Последовательное и кратное зацепление. Определение передаточного отношения (числа).</p> <p>Дифференциальные и планетарные зубчатые механизмы. Основные элементы. Определение передаточного числа.</p> <p>Волновые зубчатые передачи. Определение передаточного числа.</p>	9	презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Детали и узлы механизмов.</u></p> <p>Оси и валы механизмов. Назначение и классификация. Конструктивные элементы прямого вала. Расчет и конструирование валов.</p> <p>Муфты. Назначение и классификация муфт. Виды несоосности валов. Устройство некоторых типов муфт. Расчет элементов муфт. Выбор типовых муфт по каталогам.</p> <p>Опоры подвижных систем с трением качения, скольжения, упругости.</p> <p>Классификация подшипников качения. Конструкции. Элементы подшипников. Выбор подшипников качения. Статическая и динамическая грузоподъемность. Расчет подшипников качения, долговечность подшипников качения. Трение в подшипниках качения.</p> <p>Конструкции цилиндрических опор для вращательного движения с трением скольжения.</p>	3	презентация
1	<p><u>Основы теории надежности.</u></p> <p>Основные определения. Количественное описание надежности. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Зависимость интенсивности отказов от времени. Вероятность безотказной работы при последовательном соединении элементов системы. Надежность механической передачи. Пути повышения надежности.</p>	1	
2	<p><u>Кинематический анализ и синтез рычажных механизмов.</u></p> <p>План положений рычажного механизма. Методика построения. Определение траекторий точек звеньев.</p> <p>Определение скоростей движения звеньев рычажных механизмов Построение плана скоростей графоаналитическим методом. Свойства плана скоростей.</p> <p>Определение ускорений движения звеньев рычажных механизмов. Построение плана ускорений графоаналитическим методом. Свойства плана ускорений. Построение плана ускорений рычажных механизмов графоаналитическим методом.</p> <p>Аналитическая кинематика рычажных механизмов. Метод замкнутых векторных контуров.</p>	2	презентация
2	<p><u>Динамика механизмов и машин.</u></p> <p>Силы действующие, на звенья механизма и машины. Режимы работы машины. Законы передачи работы, мощности, моментов и сил. КПД последовательно и параллельно соединенных механизмов.</p> <p>Кинетостатический расчет механизмов. Построение плана сил.</p>	3	презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Стержневые механизмы.</u>  Функция положения идеального механизма.  Синтез рычажных механизмов. Кулисный, синусный, тангенсный механизмы.  Последовательность проектирования механизма.  Конструкции рычажных механизмов.</p>	4	презентация
2	<p><u>Кулачковые механизмы.</u>  Назначение, структурные схемы и классификация кулачковых механизмов.  Основные элементы кулачковых механизмов. Фазы работы кулачкового механизма. Фазовые углы.  Выбор закона движения толкателя. Аналогии скорости и ускорения. Определение скоростей и ускорений толкателя по заданному закону перемещения толкателя.  Определение перемещений толкателя центрального кулачкового механизма, внеосного кулачкового механизма, определение перемещений толкателя-коромысла с роликом кулачкового механизма.  Силовой анализ кулачковых механизмов. Угол давления. КПД кулачкового механизма. Зависимость угла давления от основных геометрических параметров кулачкового механизма. Проверка направляющих поступательно движущегося толкателя на отсутствие защемления при перекосах.  Синтез кулачкового механизма. Определение центра вращения кулачка. Профилирование кулачка. Проектирование кулачкового механизма по заданному закону движения толкателя.</p>	6	презентация
2	<p><u>Винтовые механизмы.</u>  Схемы винтовых механизмов. Силовые зависимости в винтовых механизмах. КПД винтового механизма. Самоторможение винтового механизма. Прочностной расчет элементов винтовых механизмов. Особенности проектирования кинематических винтовых механизмов.</p>	1	презентация
2	<p><u>Механизмы прерывистого движения.</u>  Мальтийские механизмы. Структурные схемы и конструкции. Кинематика. Храповые механизмы. Конструкции. Основы расчета.</p>	1	презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Фрикционные механизмы и механизмы с гибкими звеньями.</u></p> <p>Фрикционные механизмы с постоянными передаточными числами. Структурные схемы. Достоинства и недостатки. Область применения. Основы расчета.</p> <p>Фрикционные механизмы с переменными передаточными числами (вариаторы скоростей). Схемы. Определение передаточного числа.</p> <p>Механизмы с гибкими звеньями.</p> <p>Ременные и ленточные передачи. Области применения, разновидности. Способы натяжения ремней.</p>	1	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	Кинематический и силовой анализ кривошипно-ползунного механизма	6		Слайд-презентация
2	Синтез кулачковых механизмов	6		Слайд-презентация
2	Конструирование кулачкового механизма	6	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	Структурный анализ механизмов	2		Работа с макетами механизмов
1	Нарезание зубчатых колёс	2		Работа с макетами станков
1	Изучение цилиндрического редуктора	2		Цилиндрический редуктор

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Структурный анализ механизмов	2		Работа с макетами механизмов
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	Структурный анализ механизма	2	Проверка ИДЗ Устный опрос
1	Упругие элементы	2	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. Часы	Форма контроля
1	Работа над курсовым проектом в соответствии с заданием (техническим заданием): кинематический расчет трехступенчатого редуктора; - определение модуля зубчатой передачи; - проектирование цилиндрической зубчатой передачи; - проектирование конической зубчатой передачи; - проектирование цилиндрической зубчатой передачи; - конструирование редуктора; - определение мертвого хода редуктора; - конструирование цилиндрической зубчатой передачи; - конструирование конического зубчатого колеса; - конструирование червяка; - конструирование червячного колеса; - уточненный расчет валов; - расчет долговечности подшипников.	14	Проверка КП Устный опрос
2	Построение плана положений механизма	4	Проверка ИДЗ Устный опрос
2	Кинематический анализ рычажного механизма. Построение плана скоростей. Построение плана ускорений	10	Проверка ИДЗ. Устный опрос
2	Силовой анализ механизма.	10	Проверка РГР Устный опрос
2	Проектирование кулачкового механизма Определение центра вращения кулачка; Построение профиля кулачка; Конструирование кулачкового механизма; Оформление пояснительной записки.	12	Проверка РГР Устный опрос

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

##### 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. Структурный анализ механизмов
2. Кинематический анализ механизмов

##### 4.5.3 Темы расчетно-графических работ

1. Кинематический и кинетостатический анализ механизмов (РГР-1).
2. Проектирование кулачкового механизма (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 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.

**2 Мальтийские механизмы: схемы, элементы, принцип действия, область применения.** Кинематика. *Функция положения Основы расчёта*

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. Структурный анализ механизмов. Схемы простейших механизмов. Названия звеньев.** Цель и способ определение степени подвижности механизма. Группа Ассура. *Структурный синтез механизмов.*
- 2. Червячные передачи: элементы, схема, достоинства и недостатки.** Геометрические параметры. Передаточное число. Конструкции червяков и червячных колес. *Силы, действующие на червяк и червячное колесо.*
- 3. Задача.** Определить передаточное число планетарного 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. 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

4 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.

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. 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. Шашевская, М. Д. Телепнев, А. Н. Луцко, [и др.]..; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра механики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 72 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 15.05.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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 ИОР (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;  
<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));  
<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);  
<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;  
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

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

Все виды занятий по дисциплине «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 3D LT.

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

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.

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

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

**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 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

### **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 «Проектирование механизмов, приборов и средств автоматизации»**

**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> – назначение, области применения, особенности конструкций типовых элементов и сборочных единиц, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматизации (ЗН-1);	Ответы на вопросы № 13, 23 – 26 к экзамену	воспроизводит базовые положения и сведения о назначении, области применения, особенности конструкций типовых элементов и сборочных единиц, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматизации; дает пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о назначении, области применения, особенности конструкций типовых элементов и сборочных единиц, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматизации; дает развернутые пояснения; допустимы несущественные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения о назначении, области применения, особенности конструкций типовых элементов и сборочных единиц, использующихся в механизмах, приборах, средствах автоматизации; дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Знать:</b> - типы простейших механизмов, методы их структурного, кинематического и силового анализа; практические методы синтеза, расчета и конструирования типовых механизмов (ЗН-2);	Ответы на вопросы № 2, 8 – 12, 16 – 22 к экзамену, 27 – 47 к зачету Выполнение РГР	воспроизводит базовые положения и сведения о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного, кинематического и силового анализа; расчета и конструирования типовых механизмов; выполняет основные схемы, дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного, кинематического и силового анализа; практические методы синтеза, расчета и конструирования типовых механизмов; 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 о типах, структуре простейших механизмов, методах их структурного, кинематического и силового анализа; расчета и конструирования типовых механизмов; выполняет необходимые схемы и построения, дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Знать:</b> этапы проектирования и их основное содержание в соответствии со стандартом, основные требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технических средств автоматизации (ЗН-3)	Ответы на вопросы № 1, 3 – 7, 14, 15 к экзамену	воспроизводит базовые положения и сведения о последовательности проектирования и их основное содержание в соответствии со стандартом, основные требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технических средств автоматизации дает пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью, а также затруднениями в применении терминов	воспроизводит общие сведения, включая базовые положения об этапах проектирования и их основном содержании в соответствии со стандартом, основные требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технических средств автоматизации; дает развернутые пояснения; допустимы незначительные ошибки, вызванные невнимательностью и нечеткостью формулировок	воспроизводит наиболее сложную информацию, включая общие сведения и базовые положения об этапах проектирования и их основном содержании в соответствии со стандартом, основные требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации технических средств автоматизации; дает четкие пояснения, в том числе с привлечением дополнительного материала
	<b>Уметь:</b> – проектировать в соответствии с техническим заданием типовые механизмы автоматики, в том числе:	Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий	на основе исходных данных для проектирования; подбирает необходимые	анализирует исходные данные для проектирования; подбирает необходимые	анализирует исходные данные для проектирования; подбирает и уточняет методики расчета;

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	анализировать исходные данные для проектирования; разрабатывать структурные и кинематические схемы механизмов, соответствующие заданным функциям; выполнять расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирать по каталогам стандартные элементы для комплектации приборов и средств автоматики; разрабатывать на основе кинематических схем и расчетов конструкции типовых механизмов, отвечающих критериям точности и работоспособности; разрабатывать и оформлять в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования технических средств автоматики (У-1);		методики расчета типовых механизмов; выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам стандартные элементы для комплектации приборов и средств автоматики; разрабатывает на основе кинематических схем и расчетов конструкции типовых механизмов, отвечающих критериям точности и работоспособности; разрабатывает и оформляет в техническую документацию на всех этапах	методики расчета; уточняет структурные и кинематические схемы механизмов, соответствующие заданным функциям; уточняет механические свойства материалов, выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам элементы для комплектации приборов и средств автоматики; разрабатывает на основе кинематических схем и расчетов конструкции типовых механизмов, отвечающих критериям точности и	уточняет структурные схемы механизмов, разрабатывает кинематические схемы механизмов, соответствующие заданным функциям; подбирает конструкционные материалы, выполняет расчёты деталей и их соединений по основным критериям работоспособности; выбирает по каталогам оптимальные элементы для комплектации механизмов приборов и средств автоматики; разрабатывает на основе кинематических схем и расчетов конструкции типовых



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			проектирования технических средств автоматики; допускает небольшие расчетные и графические ошибки, небрежность в оформлении документации, нарушает сроки выполнения работ, не может оптимизировать конструкцию	работоспособности; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования; допускает небольшие расчетные, графические ошибки и недочеты в оформлении, может предлагать оптимизацию отдельных узлов конструкции	механизмов, отвечающих критериям точности и работоспособности; разрабатывает и оформляет в соответствии с требованиями стандартов техническую документацию на всех этапах проектирования; оптимизирует разрабатываемую конструкцию
	<b>Владеть:</b> Навыками компьютерного проектирования простейших элементов механических устройств средств автоматики на стадиях эскизного, технического проектирования; и разработки рабочей конструкторской	Выполнение курсового проекта, РГР, индивидуальных заданий	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей; небрежно и несвоевременно оформляет техническую	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей, аккуратно и своевременно оформляет техническую	Разрабатывает эскиз компоновки механического устройства и чертежи сборочных единиц и деталей, не допуская ошибок

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	документации (Н-1).		документацию; допускает небольшие ошибки в изображениях, надписях и размерах	документацию; допускает несущественные ошибки в простановке размеров и допусков форм	

### 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 механизмах средств автоматизации: механизм, звено, кинематическая пара. Типовые устройства на базе механизма.** Функциональные блоки-схемы механических устройств. *Типы и назначение функциональных преобразователей.*
- 3 Функциональное назначение механизмов в устройствах автоматизации (примеры).** Законы передачи мощности, момента и скорости. Порядок исследования и проектирования (синтеза) механизмов. *Содержание и нормативные этапы проектирования технических устройств.*
- 4 Понятие о расчете и конструировании элементов автоматики и средств автоматизации.** Конструирование, как составная часть проектирования. Общие требования к конструкциям механизмов приборов и средств автоматизации.
- 5 Основные критерии работоспособности элементов механизмов. 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 технического устройства. 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 Классификация передаточных механизмов.** Схемы типовых механизмов: 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..*
- 9 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.*
- 10 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.*

- 11 **Структурный анализ механизмов. Схемы простейших механизмов. Названия звеньев.** Цель и способ определения степени подвижности механизма. Группа Ассура. *Структурный синтез механизмов.*
- 12 **Передачи зацеплением: назначение, основные элементы, основные параметры, достоинства и недостатки. Передаточное отношение, передаточное число.** Классификация передач зацеплением. *Сравнительная характеристика основных типов передач зацеплением.*
- 13 **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.*
- 14 **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.*
- 15 **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.*
- 16 **Конические зубчатые передачи – область применения, конструкция. Определение передаточного числа.** Геометрические параметры. *Силы, действующие в конической зубчатой передаче.*
- 17 **Червячные передачи: элементы, схема, достоинства и недостатки.** Геометрические параметры. Передаточное число. Конструкции червяков и червячных колес. *Силы, действующие на червяк и червячное колесо.*
- 18 **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.*
- 19 **Силы, действующие в цилиндрической прямозубой передаче. Связь сил с передаваемой мощностью.** Определение расчетной удельной нагрузки. Контактные напряжения. Формула Герца-Беляева. *Способы уменьшения контактных напряжений.*
- 20 **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.*
- 21 **Дифференциальные и планетарные зубчатые механизмы. Основные элементы.** Достоинства и недостатки. *Определение передаточного числа методом инверсии.*
- 22 **Волновые зубчатые передачи (схемы). Устройство и принцип действия, достоинства и недостатки.** Кинематика; экологическое значение волновой передачи. *Основы расчёта.*
- 23 **Оси и валы механизмов. Назначение, схемы, классификация.** Конструктивные элементы прямого вала. Предварительный расчет вала на прочность. *Расчет на статическую и усталостную прочность.*
- 24 **Муфты. Назначение и классификация муфт. Виды несоосности валов.** Выбор типовых муфт по каталогам. *Устройство втулочных, фланцевых, упругих втулочно-пальцевых муфт.*
- 25 **Опоры подвижных систем: разновидности, достоинства и недостатки.** Классификация подшипников качения. Конструкции и элементы подшипников. Выбор подшипников качения. *Параметры и расчет подшипника качения.*

- 26 **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:**

- 1 Структурный анализ механизмов. Определить число степеней свободы механизма.
- 2 Структурный анализ механизмов. Выделить из механизма базовый механизм и отдельные группы Ассура.
- 3 Определить передаточное число цилиндрической зубчатой передачи.
- 4 Определить мощность на выходном валу цилиндрического редуктора.
- 5 Определить геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи.
- 6 Определить передаточное число конической зубчатой передачи.
- 7 Определить мощность на выходном валу конического редуктора.
- 8 Определить геометрические параметры конической зубчатой передачи.
- 9 Определить передаточное число червячной зубчатой передачи.
- 10 Определить мощность на выходном валу червячного редуктора.
- 11 Определить геометрические параметры червячной зубчатой передачи.
- 12 Определить силы, действующие в цилиндрической прямозубой передаче.
- 13 Определить силы, действующие в конической передаче.
- 14 Определить силы, действующие в червячной передаче.
- 15 Определить передаточное число планетарной передачи.
- 16 Определить передаточное число дифференциальной передачи.
- 17 Рассчитать фланцевую муфту.
- 18 Рассчитать упругую втулочно-пальцевую муфту.
- 19 Рассчитать долговечность подшипника.

**Второй раздел дисциплины**

**Проектирование механизмов приборов**

(проведение текущего контроля, промежуточной аттестации - зачета)

**Теоретический вопрос:**

- 27 **Кинематический анализ рычажных механизмов: исходные данные, цели и задачи. Методика построения планов положений, скоростей. План ускорений рычажного механизма.**
- 28 **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.
- 29 **Динамика механизмов и машин. Силы (моменты сил) действующие, на звенья механизма и машины (расчетные формулы, точки приложения, направления действия).** Режимы работы машины. Законы передачи работы, мощности, моментов и сил. *Работа активных и реактивных сил.*
- 30 **Учет потерь мощности при передаче движения коэффициентом полезного действия КПД. Значения КПД различных узлов машины. КПД сложных механизмов при последовательном соединении узлов (механизмов). КПД параллельно соединенных узлов (механизмов).**
- 31 **Кинетостатический анализ механизмов.** Активные силы. Выделение групп Ассура. *Построение плана сил кривошипно-ползунного механизма.*
- 32 **Стержневые механизмы. Кулисный механизм (схема), функция положения. Применение в приборах.**
- 33 **Стержневые механизмы. Синусный механизм (схема), функция положения. Применение в приборах.**
- 34 **Стержневые механизмы. Тангенсный механизм (схема), функция положения. Применение в приборах.**

- 35 **Стержневые механизмы. Кривошипно-ползунный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 36 **Стержневые механизмы. Четырехзвенный механизм (схема), функция положения.** *Применение в приборах.*
- 37 **Кулачковые механизмы (схемы).** Типовые законы движения. Способы задания движения. *Применение кулачковых механизмов в исполнительных устройствах средств автоматизации.*
- 38 **Кулачковые механизмы: назначение, структурные схемы простейших механизмов.** Классификация. Подвижность, фазы работы. *Определение закона перемещения остроконечного толкателя центрального КМ.*
- 39 **Схема кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем.** Фазовые углы. Диаграмма перемещения толкателя. Угол давления. *КПД кулачкового механизма. Условие работы.*
- 40 **Теоретический и рабочий профили кулачка, центр вращения, эксцентриситет толкателя.** Исходные данные и задачи синтеза кулачкового механизма. *Алгоритм синтеза кулачкового механизма.*
- 41 **Винтовые механизмы. Схемы двухзвенных винтовых механизмов.** Геометрические параметры, материалы винтов с трением скольжения. Силовые зависимости в винтовых механизмах. *Условия самоотвинчивания и самоторможения. КПД винтового механизма.*
- 42 **Мальтийские механизмы: схемы, элементы, принцип действия, область применения.** Кинематика. *Функция положения.*
- 43 **Храповые механизмы. Назначение. Конструкции зубчатых, зубчато-реечных и фрикционных храповых механизмов.** *Примеры использования.*
- 44 **Фрикционные механизмы с постоянными передаточными числами. Структурные схемы. Область применения.** Кинематика фрикционных механизмов. *Основы силового и прочностного расчета фрикционных механизмов.*
- 45 **Фрикционные механизмы с переменными передаточными числами (вариаторы скоростей). Схемы.** Определение передаточного отношения. *Диапазон регулирования. Упругое скольжение и буксование.*
- 46 **Механизмы с гибкими звеньями. Ременные передачи: схемы, области применения, достоинства и недостатки, основные параметры.** Конструкции основных элементов передач. Поперечные сечения ремней. Способы натяжения ремней. *Силы, действующие в ременной передаче.*
- 47 **Ленточные передачи: особенности применения, схемы передач. Конструкции роликов.** Способы крепления ленты на роликах. Натяжные устройства. *Примеры использования в приборах.*

**Практическое задание:**

- 20 Построить план положения кривошипно-ползунного механизма.
- 21 Построить план положения четырехзвенного механизма.
- 22 Построить план положения шестизвенного механизма.
- 23 Построить план скоростей кривошипно-ползунного механизма.
- 24 Построить план скоростей четырехзвенного механизма.
- 25 Построить план скоростей шестизвенного механизма.
- 26 Получить зависимости для расчета перемещений звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 27 Получить зависимости для расчета скоростей звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 28 Получить зависимости для расчета *ускорений* звеньев кривошипно-ползунного механизма методом замкнутых векторных контуров.
- 29 Построить план сил кривошипно-ползунного механизма.
- 30 Определить КПД последовательно соединенных узлов машин.
- 31 Определить КПД параллельно соединенных узлов машин.

- 32 Определить функцию положения кулисного механизма.
- 33 Определить функцию положения синусного механизма.
- 34 Определить функцию положения тангенсного механизма.
- 35 Определить функцию положения кривошипно-ползунного механизма.
- 36 Определить функцию положения четырехзвенного механизма.
- 37 Построить диаграмму перемещения толкателя кулачкового механизма.

#### **4. Курсовой проект.**

Темой курсового проекта является расчет и конструирование электромеханического привода для различных исполнительных устройств систем автоматики. Всего предлагается 150 вариантов заданий. Задание предусматривает разработку трехступенчатого мотор-редуктора с электродвигателем типа СЛ, включающего цилиндрическую (Ц) и коническую (К) зубчатые передачи, а также червячную передачу (Ч)

- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа Ц-К-Ч;
- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа К-Ч-Ц;
- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа Ч-Ц-К;
- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа Ц-Ч-К;
- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа К-Ц-Ч;
- Проектирование трёхступенчатого зубчато-червячного мотор-редуктора типа Ч-К-Ц.

**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.

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.