

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №1

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

В.К. Пономарев

(подпись)

«14» мая 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика»

(Название дисциплины)

|  |   |
|--|---|
| Код направления                            | 24.05.06  |
| Наименование направления/<br>специальности | Системы управления летательными аппаратами      |
| Наименование направленности                | Приборы систем управления летательных аппаратов |
| Форма обучения                             | очная   |

Санкт-Петербург 2020 г.



## Аннотация

Дисциплина «Прикладная механика» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №1.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения».

Содержание дисциплины «Прикладная механика» охватывает круг вопросов, связанных с предметной областью решения профессиональных задач анализа, синтеза и расчета механических и электромеханических элементов и устройств, используемых в системах управления летательными аппаратами. Формирование базовых знаний по расчету, проектированию и конструированию механических и электромеханических элементов и устройств основано на изучении студентами основных понятий и законов механики в приложении к вопросам оптимального построения структурных и кинематических схем механизмов, расчета на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов, оптимизации конструктивных параметров и проектирования механических и электромеханических элементов и устройств, используемых в системах управления летательными аппаратами.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании базовых знаний по кинематическому и силовому исследованию механизмов, расчету, проектированию и конструированию механических и электромеханических элементов и устройств, изучении методов моделирования, конструирования и проектирования, исследования и оптимизации параметров и конструкций механических и электромеханических элементов и устройств, используемых в системах управления летательными аппаратами.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения»:

*знать* основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения механических систем, способы приведения системы сил к простейшему виду, методы кинематического и силового исследования механизмов, структурного анализа и синтеза механизмов, методы расчета на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов, методы повышения кинематической точности в приложении к вопросам расчета, проектирования и конструирования механических и электромеханических элементов и устройств, используемых в системах управления летательными аппаратами;

*уметь* составлять уравнения равновесия тел под действием сил и определения сил реакций в опорах твердого тела; уметь составлять структурные и кинематические схемы механизмов, проводить кинематическое и силовое исследование механических и электромеханических устройств;

*владеть* навыками инженерных расчетов, использующих методы оптимизации параметров, современные программные продукты и информационно-библиографические ресурсы, патентного поиска;

*иметь опыт деятельности* по работе с современными программными продуктами и информационно-библиографическими ресурсами, используемыми при расчете, проектировании и конструировании механических и электромеханических устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (вычислительная)

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- расчет и синтез гиросприборов

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|--------------------|-------|---------------------------|
|--------------------|-------|---------------------------|

|  |               | №3     | №4     |
|--|---------------|--------|--------|
| 1  | 2             | 3      | 4      |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>   | 8/ 288        | 4/ 144 | 4/ 144 |
| <b>Аудиторные занятия</b> , всего час.,<br><b>В том числе</b>                                  | 102           | 51     | 51     |
| лекции (Л), (час)  | 51            | 34     | 17     |
| Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)   | 34            | 17     | 17     |
| лабораторные работы (ЛР), (час)  |               |        |        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)   | 17            |        | 17     |
| Экзамен, (час)   | 72            | 36     | 36     |
| <b>Самостоятельная работа</b> , всего  | 114           | 57     | 57     |
| <b>Вид промежуточного контроля:</b><br>зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет,<br>Дифф. зач, Экз.) | Экз.,<br>Экз. | Экз.   | Экз.   |

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| <b>Семестр 3</b>         |              |               |          |          |           |
| Раздел 1.                | 17           | 4             |          |          | 30        |
| Тема 1.1.                | 4,5          | 2             |          |          |           |
| Тема 1.2.                | 4,5          | 2             |          |          |           |
| Тема 1.3.                | 4            |               |          |          |           |
| Тема 1.4.                | 4            |               |          |          |           |
| Раздел 2.                | 17           | 13            |          |          | 27        |
| Тема 2.1.                | 4,5          | 3,5           |          |          |           |
| Тема 2.2.                | 4,5          | 3,5           |          |          |           |
| Тема 2.3.                | 4            | 3             |          |          |           |
| Тема 2.4.                | 4            | 3             |          |          |           |
| Итого в семестре:        | 34           | 17            |          |          | 57        |
| <b>Семестр 4</b>         |              |               |          |          |           |
| Раздел 3.                | 8            | 8             |          |          | 30        |
| Тема 3.1.                | 4            | 4             |          |          |           |
| Тема 3.2.                | 4            | 4             |          |          |           |

|                            |     |     |   |    |     |
|----------------------------|-----|-----|---|----|-----|
| Раздел 4.                  | 9   | 9   |   |    | 27  |
| Тема 4.1.                  | 4,5 | 4,5 |   |    |     |
| Тема 4.2.                  | 4,5 | 4,5 |   |    |     |
| Выполнение курсовой работы |     |     |   | 17 |     |
| Итого в семестре:          | 17  | 17  |   | 17 | 57  |
| Итого:                     | 51  | 34  | 0 | 17 | 114 |
|                            |     |     |   |    |     |

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

| Номер раздела  | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий   |
|--|---|
| Раздел 1. Основные положения кинематического и силового анализа и синтеза механизмов авиационных приборов и систем |   |
| Тема 1.1.  | Кинематика: задание движения, скорости и ускорения центра тяжести твердого тела. Виды движения твердого тела (поступательное, вращение вокруг неподвижной оси, плоское, сферическое).   |
| Тема 1.2.  | Понятие о числе степеней свободы и степени подвижности механизма. Формулы Чебышева и Малышева.  |
| Тема 1.3.  | Структурный, кинематический и силовой анализ и синтез механизмов авиационных приборов и систем.   |
| Тема 1.4.  | Силы, действующие на звенья механизмов авиационных приборов и систем. Равновесие твердого тела. Центр тяжести. Аксиомы статики и основная теорема статики в приложении к вопросам силового расчета механизмов авиационных приборов и систем, расчета на прочность и жесткость деталей и узлов элементов конструкций.  |
| Тема 1.5.  | Моделирование элементов конструкций. Статический анализ конструкции детали. Центр масс. Задачи динамики механизмов.   |
| Раздел 2. Оценка и обеспечение прочности и жесткости элементов и механизмов авиационных приборов и систем          |   |
| Тема 2.1.  | Основные требования, предъявляемые к конструкциям деталей механизмов. Основные показатели надежности изделий. Механика материалов. Изотропные и анизотропные материалы. Композиционные материалы. Основные понятия оценки прочности и жесткости элементов конструкций при действии статических и динамических нагрузок. Устойчивость элементов конструкций. |

|   |   |
|---|---|
|   | Силы внешние и внутренние. Метод сечений.   |
| Тема 2.2.   | Виды деформаций и напряжений. Методы определения деформаций элементов авиационных приборов и систем. Линейное (одноосное), плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука.   |
| Тема 2.3.   | Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций при осевом растяжении (сжатии). Температурные и монтажные напряжения. Особенности расчета соединений деталей на сдвиг. Особенности работы элементов авиационных приборов и систем в условиях кручения и изгиба, расчеты на прочность и жесткость.  |
| Тема 2.4.   | Оценка работоспособности элементов авиационных приборов и систем в общем случае комплексных воздействий внешних силовых факторов: а) косо́й изгиб, б) изгиб с кручением. Внецентренное растяжение (сжатие).<br><br>Оценка прочности элементов конструкций при сложном напряженном состоянии. Контактные напряжения. Формула Герца. Расчет пластин и оболочек. |
| Раздел 3. Типовые детали и узлы механизмов авиационных приборов и систем  |   |
| Тема 3.1.   | Валы и оси. Общие сведения и классификация. Конструкция валов и осей, расчеты на прочность и жесткость. Выбор материалов. Типовые соединения деталей. Конструкции, особенности применения. Муфты электромеханических и механических приводов. Корпусные детали механизмов авиационных приборов и систем. Упругие элементы.                                    |
| Тема 3.2.   | Трение в кинематических парах. Опоры с трением скольжения и качения. Конструкции подшипниковых узлов. Критерии выбора и расчета. Уплотнительные устройства.   |
| Раздел 4. Проектирование типовых механизмов авиационных приборов и систем |   |
| Тема 4.1.   | Классификация типовых механизмов авиационных приборов и систем. Рекомендации к применению, исходя из требуемых показателей точности и надежности. Зубчатые передачи с неподвижными осями. Особенности проектирования, кинематические, силовые и геометрические параметры. Анализ точности зубчатых передач. Методы повышения точности.                        |
| Тема 4.2.   | Эпициклические (планетарные) и волновые механизмы. Особенности проектирования, кинематические, силовые и геометрические параметры. Фрикционные передачи и передачи с гибкой связью. Основные характеристики. Винтовые, кулачковые и стержневые механизмы. Особенности проектирования. Основные характеристики. Обобщенные алгоритмы проектирования            |

|  |                     |
|--|---------------------|
|  | механизмов привода. |
|--|---------------------|

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий   | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|----------------------------|---------------------|----------------------|
| Семестр 3 |   |                            |                     |                      |
| 1         | Разработка кинематической схемы зубчатого механизма   | решение типовых задач      | 2                   | 1                    |
| 2         | Расчет модуля и геометрических размеров зубчатых колес редуктора  | решение типовых задач      | 2                   | 1                    |
| 3         | Кинематический и силовой расчет планетарного механизма  | решение типовых задач      | 3,5                 | 2                    |
| 4         | Расчеты на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов при осевом растяжении (сжатии), сдвиге, кручении и изгибе | решение типовых задач      | 3,5                 | 2                    |
| 5         | Расчет опор с трением скольжения  | решение типовых задач      | 3                   | 2                    |
| 6         | Расчет точности зубчатого механизма   | решение типовых задач      | 3                   | 2                    |
| Семестр 4 |   |                            |                     |                      |
| 7         | Выбор шарикоподшипников, расчет долговечности   | решение типовых задач      | 4                   | 3                    |
| 8         | Расчет муфт механических приводов   | решение типовых задач      | 4                   | 3                    |
| 9         | Расчет валов в многоступенчатом редукторе   | решение типовых задач      | 4,5                 | 4                    |
| 10        | Проектный и проверочный расчет винтовых механизмов  | решение типовых задач      | 4,5                 | 4                    |



|        |    |  |
|--------|----|--|
| Всего: | 34 |  |
|--------|----|--|

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

(Трудоемкость одной лабораторной работы не более 4 часов!!!)

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                      |
|                                 |                                 |                     |                      |
| Всего:                          |                                 |                     |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Цель курсовой работы:

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 3, час | Семестр 4, час |
|---|------------|----------------|----------------|
| 1   | 2          | 3              | 4              |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>              | 114        | 57             | 57             |
| изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 88         | 54             | 34             |
| курсовое проектирование (КП, КР)                  | 17         |                | 17             |
| расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |                |
| выполнение реферата (Р)                           |            |                |                |
| Подготовка к текущему контролю (ТК)               | 9          | 3              | 6              |
| домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |                |
| контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |                |

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

#### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

| Шифр | Библиографическая ссылка / URL адрес | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|------|--------------------------------------|---|
|      |                                      |   |

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

| Шифр/URL | Библиографическая ссылка / URL адрес  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|----------|---|---|
|          | <p>Биргер, И.А. Сопротивление материалов: учебное пособие /И.А. Биргер, Р.Р. Мавлютов. - М.: Ленанд, 2015. - 560 с. - Режим доступа:</p> <p><a href="http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&amp;code">http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&amp;code</a></p> <p>Загл. с экрана</p>   |   |
|          | <p>Степин, П. А. Сопротивление материалов: учебник/ П. А. Степин. – 13-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2014 - 320 с.- Режим доступа:</p> <p><a href="https://e.lanbook.com/book/3179#authors">https://e.lanbook.com/book/3179#authors</a></p> <p>Загл. с экрана</p>   |   |
|          | <p>Теория механизмов и машин (проектирование и моделирование механизмов и их элементов): Учебник. /Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Схиртладзе А.Г. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с.- Режим доступа:</p> <p><a href="http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&amp;code">http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&amp;code</a></p> <p>Загл. с экрана</p> |   |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

| URL адрес   | Наименование         |
|---|----------------------|
| <a href="http://www.emomi.com/">http://www.emomi.com/</a>   | Образование механика |
| <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> | ЭБС «Лань»           |

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|--------------|
|       |              |

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |
|       |                  |
|       |                  |

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы  | Номер аудитории<br>(при необходимости)   |
|-------|--|--|
| 1     | Лекционная аудитория – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).  | Фонд лекционных аудиторий ГУАП   |
| 2     | Аудитории для проведения лабораторных занятий – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. В лаборатории исследования механических элементов приборов (ауд. 11-05) имеются следующие лабораторные установки: разрывная машина ИМ-4Р; лабораторная установка для измерения прогиба консольного стержня; лабораторная установка для определения момента трения в подшипниках качения; установка для определения модуля сдвига, главных | Фонд аудиторий ГУАП для проведения лабораторных занятий (ул. Гастелло 15, ауд. 11-05, 12-06) |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p>напряжений при кручении и совместном действии изгиба и кручения ТМг14М.</p> <p>В лаборатории исследования кинематических и точностных характеристик приборов (ауд. 12-06) имеются следующие лабораторные установки: автоматизированный лабораторный комплекс «Детали машин. Передачи редукторные»; лабораторная установка для экспериментального исследования винтового механизма; лабораторная установка для исследования точности зубчатого механизма.</p> |   |
| 3 | Аудитории для проведения практических занятий – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).  | Фонд аудиторий<br>ГУАП  |
| 4 | Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.  | Фонд аудиторий<br>ГУАП  |
| 5 | Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.   | Фонд аудиторий<br>ГУАП<br>(ул. Гастелло 15,<br>ауд. 11-05, 12-06) |

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Примерный перечень оценочных средств   |
|------------------------------|--|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену;<br>Экзаменационные билеты;<br>Задачи;<br>Тесты.        |
| Выполнение курсовой работы   | Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине. |

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Номер семестра   | Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП   |
|--|--|
| ОК-9 «способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения» |  |
| 2  | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (вычислительная) |
| 3  | Прикладная механика  |
| 4  | Прикладная механика  |
| 8  | Расчет и синтез гироприборов   |
| 8  | Производственная практика научно-исследовательская работа  |
| 9  | Производственная практика научно-исследовательская работа  |
| 10   | Производственная преддипломная практика  |

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции   |                                  | Характеристика сформированных компетенций   |
|----------------------|----------------------------------|---|
| 100-балльная шкала   | 4-балльная шкала                 |   |
| $85 \leq K \leq 100$ | «отлично»<br>«зачтено»           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| $70 \leq K \leq 84$  | «хорошо»<br>«зачтено»            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| $55 \leq K \leq 69$  | «удовлетворительно»<br>«зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний</li> </ul>   |

|             |                                       |   |
|-------------|---------------------------------------|---|
|             |                                       | направления;<br>- слабо аргументирует научные положения;<br>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>- частично владеет системой специализированных понятий.   |
| $K \leq 54$ | «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | - обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>- испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>- не может аргументировать научные положения;<br>- не формулирует выводов и обобщений. |

#### 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

##### 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов для экзамена  |
|-------|---|
| 1     | Задание движения, скорости и ускорения центра тяжести твердого тела. Виды движения твердого тела (поступательное, вращение вокруг неподвижной оси, плоское, сферическое). |
| 2     | Понятие о числе степеней свободы и степени подвижности механизма. Формулы Чебышева и Малышева.  |
| 3     | Структура механизма. Звено. Кинематическая пара. Кинематическая цепь. Структурный анализ механизмов.  |
| 4     | Кинематический анализ и синтез механизмов.  |
| 5     | Классификация кинематических пар. Понятие о высших и низших кинематических парах.   |
| 6     | Понятие о группе Ассур.   |
| 7     | Аналитический метод кинематического анализа планетарного механизма (метод Виллиса).   |
| 8     | Основной закон зацепления (теорема Виллиса).  |
| 9     | Типы кинематических схем зубчатых передач с неподвижными осями.   |
| 10    | Типы кинематических схем эпициклических механизмов.   |
| 11    | Силовой анализ механизмов. Понятие о механической мощности и КПД механизма. Выбор двигателя.  |
| 12    | Расчет мощностей и передаваемых крутящих моментов на валах.   |
| 13    | Силы, действующие на звенья механизмов. Равновесие твердого тела. Центр тяжести.  |
| 14    | Силы инерции звеньев механизма. Цент масс. Задачи динамики механизмов.  |

|    |   |
|----|---|
| 15 | Аксиомы статики и основная теорема статики в приложении к вопросам силового расчета механизмов, расчета на прочность и жесткость деталей и узлов элементов конструкций.   |
| 16 | Условия эксплуатации механизмов, используемых в средствах измерений и электромеханических системах. Основные требования, предъявляемые к конструкциям деталей механизмов. |
| 17 | Надежность механизмов. Основные показатели надежности изделий.  |
| 18 | Типовые расчетные схемы реальных объектов.  |
| 19 | Силы внешние и внутренние. Метод сечений.   |
| 20 | Виды деформаций и напряжений. Проверка прочности элементов конструкции при действии статических и динамических нагрузок.  |
| 21 | Понятие об опасном и допускаемом напряжениях.   |
| 22 | Методы определения деформаций элементов конструкций.  |
| 23 | Механические характеристики материалов. Диаграмма растяжения.   |
| 24 | Виды напряженного состояния. Обобщенный закон Гука.   |
| 25 | Гипотеза плоских сечений. Границы применимости.   |
| 26 | Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций при осевом растяжении (сжатии). Закон Гука.  |
| 27 | Температурные и монтажные напряжения.   |
| 28 | Особенности расчета соединений деталей на сдвиг.  |
| 29 | Расчеты на прочность сварных и заклепочных соединений.  |
| 30 | Резьбовые соединения. Особенности расчета.  |
| 31 | Элементы теории винтовой пары.  |
| 32 | Расчеты на прочность штифтовых, штыковых, шпоночных, зубчатых (шлицевых) и профильных соединений.   |
| 33 | Расчет на прочность клеммовых соединений.   |
| 34 | Особенности работы элементов конструкций в условиях кручения. Расчет на прочность и жесткость элементов конструкций при кручении. Закон Гука.                             |
| 35 | Особенности работы элементов конструкций в условиях изгиба. Расчет на прочность и жесткость элементов конструкций при изгибе. Закон Гука.                                 |
| 36 | Типы опор и возникающие в них реакции.  |

|    |  |
|----|--|
| 37 | Оценка работоспособности элементов конструкций в общем случае комплексных воздействий внешних силовых факторов: а) кривой изгиб, б) изгиб с кручением. |
| 38 | Внецентренное растяжение (сжатие).   |
| 39 | Ядро сечения.  |
| 40 | Оценка прочности элементов конструкций при сложном напряженном состоянии.  |
| 41 | Принцип суперпозиции (принцип независимости действия сил). Границы применимости.   |
| 42 | Потеря сопротивления усталости. Проверка прочности элементов конструкций по пределу выносливости.  |
| 43 | Критерии (гипотезы) прочности и пластичности материалов.   |
| 44 | Контактные напряжения. Формула Герца.  |
| 45 | Виды разрушения, вызываемые контактными напряжениями. Оценка прочности деталей с первоначальным контактом в точке или по линии.                        |
| 46 | Пластины и оболочки. Особенности расчета.  |
| 47 | Расчет на прочность модуля зубчатой передачи.  |
| 48 | Расчет на устойчивость элементов конструкций.  |
| 49 | Вычисление напряжений при колебаниях конструкции. Влияние резонанса на величину напряжений.  |
| 50 | Проверка прочности материала при переменных напряжениях. Предел выносливости при симметричном и несимметричном цикле.                                  |
| 51 | Напряжения при ударе.  |

2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета |
|-------|---|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                   |

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта |
|-------|--|
| 1     | Силовой механизм. Варианты заданий:<br>1.1. Усилие на тросе $P=80H$                  |



|   |   |
|---|---|
|   | <p>Диаметр барабана<br/> <math>d = 70</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 20</math> Об/мин<br/>         1.2. Усилие на тросе <math>P = 60</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 50</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/>         1.3. Усилие на тросе <math>P = 40</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 90</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 30</math> Об/мин<br/>         1.4. Усилие на тросе <math>P = 70</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 70</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 50</math> Об/мин<br/>         1.5. Усилие на тросе <math>P = 80</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 40</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 20</math> Об/мин<br/>         1.6. Усилие на тросе <math>P = 60</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 30</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/>         1.7. Усилие на тросе <math>P = 40</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 50</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 20</math> Об/мин<br/>         1.8. Усилие на тросе <math>P = 70</math>Н<br/>         Диаметр барабана <math>d = 60</math> мм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 50</math> Об/мин</p> |
| 2 | <p>Корректирующий механизм. Варианты заданий:<br/>         2.1. Максимальный момент на выходе <math>M = 120</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 20</math> Об/мин<br/>         2.2. Максимальный момент на выходе <math>M = 60</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 50</math> Об/мин<br/>         2.3. Максимальный момент на выходе <math>M = 100</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/>         2.4. Максимальный момент на выходе <math>M = 80</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 80</math> Об/мин<br/>         2.5. Максимальный момент на выходе <math>M = 100</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 60</math> Об/мин<br/>         2.6. Максимальный момент на выходе <math>M = 80</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/>         2.7. Максимальный момент на выходе <math>M = 120</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 60</math> Об/мин<br/>         2.8. Максимальный момент на выходе <math>M = 100</math> Нсм<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 80</math> Об/мин</p>  |
| 3 | <p>Винтовой механизм. Варианты заданий:<br/>         3.1. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/>         Усилие на выходе <math>P = 200</math> Н<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 20</math> Об/мин<br/>         3.2. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/>         Усилие на выходе <math>P = 150</math> Н<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 50</math> Об/мин<br/>         3.3. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/>         Усилие на выходе <math>P = 100</math> Н<br/>         Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/> <br/>         3.4. Скорость перемещения винта<br/> <math>V = 5</math> мм/с<br/>         Усилие на выходе <math>P = 250</math> Н</p>   |

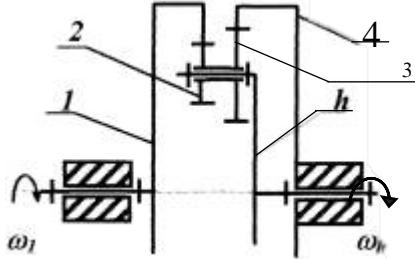
|   |   |
|---|---|
|   | <p>Число оборотов на выходе <math>n = 80</math> Об/мин<br/> 3.5. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/> Усилие на выходе <math>P = 120</math> Н<br/> Число оборотов на выходе <math>n = 60</math> Об/мин<br/> 3.6. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/> Усилие на выходе <math>P = 180</math> Н<br/> Число оборотов на выходе <math>n = 40</math> Об/мин<br/> 3.7. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/> Усилие на выходе <math>P = 150</math> Н<br/> Число оборотов на выходе <math>n = 60</math> Об/мин<br/> 3.8. Скорость перемещения винта <math>V = 5</math> мм/с<br/> Усилие на выходе <math>P = 100</math> Н<br/> Число оборотов на выходе <math>n = 80</math> Об/мин</p>  |
| 4 | <p>Планетарный редуктор. Варианты заданий:</p> 4.1. Максимальный момент на выходе $M=100$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 80$ Об/мин<br>4.2. Максимальный момент на выходе $M=110$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 80$ Об/мин<br>4.3. Максимальный момент на выходе $M=110$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 85$ Об/мин<br>4.4. Максимальный момент на выходе $M=110$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 90$ Об/мин<br>4.5. Максимальный момент на выходе $M=120$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 85$ Об/мин<br>4.6. Максимальный момент на выходе $M=130$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 100$ Об/мин<br>4.7. Максимальный момент на выходе $M=125$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 85$ Об/мин<br>4.8. Максимальный момент на выходе $M=125$ Нсм<br>Число оборотов на выходе $n = 100$ Об/мин |

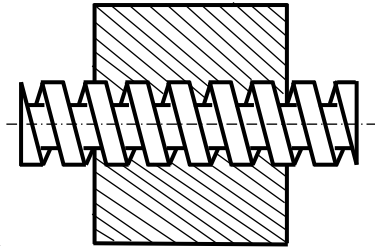
#### 4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

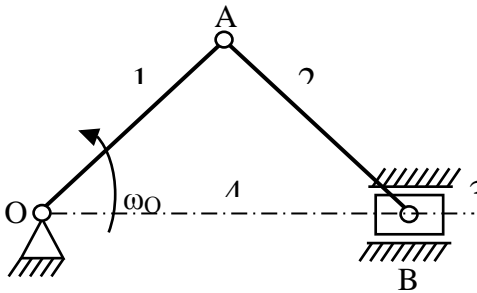
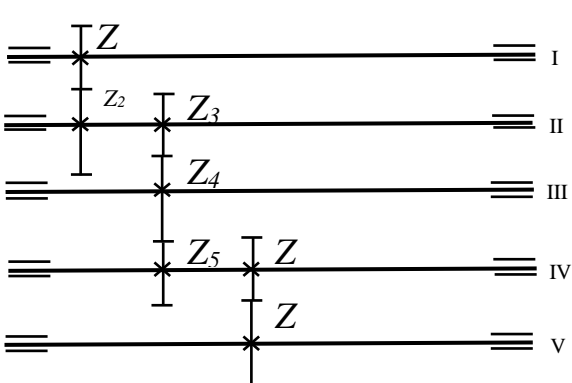
Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов  |
|-------|---|
| 1     | <p>Один из лучших материалов для вкладышей подшипников скольжения баббит является...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– древесиной</li> <li>– сплавом на основе чугуна и стали</li> <li>– сплавом на основе свинца и олова</li> <li>– порошком</li> </ul>               |
| 2     | <p>Сила прижатия колес фрикционной передачи увеличена в два раза. Напряжения в контакте изменятся так ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– увеличатся в 1,44 раза</li> <li>– увеличатся в 2 раза</li> <li>– не изменятся</li> <li>– уменьшатся в 1,44 раза</li> </ul> |
| 3     | <p>Оси валов должны пересекаться под прямым углом, а скорости вращения должны</p>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>соотносятся как 2:1. Следует использовать передачу ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планетарную</li> <li>- коническую</li> <li>- волновую</li> <li>- червячную</li> </ul>   |
| 4 | <p>В червячном редукторе передача с однозаходным червяком заменена на передачу с двухзаходным червяком, скорость вращения вала колеса, при неизменной скорости вращения червяка, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшится вдвое</li> <li>- увеличится вдвое</li> <li>- увеличится втрое</li> <li>- не изменится</li> </ul>                      |
| 5 | <p>Если <math>z_1=20</math>, <math>z_2=10</math>, <math>z_3=40</math>, то передаточное отношение планетарного редуктора с точностью до десятых равно ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3</li> <li>- 1</li> <li>- 5</li> <li>- 4</li> <li>- 2</li> </ul>          |
| 6 | <p>Круглая гладкая ось постоянного поперечного сечения диаметром <math>d=100\text{мм}</math> нагружена изгибающим моментом <math>M=10000\text{ Нм}</math>. Если предел текучести материала <math>\sigma_T=200\text{МПа}</math>, то ее запас прочности равен ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3</li> <li>- 4</li> <li>- 1,5</li> <li>- 2</li> </ul> |
| 7 | <p>Предел текучести материала сварной конструкции <math>\sigma_T=210\text{МПа}</math>. Если сварка автоматическая, то допускаемое напряжение для расчета на растяжение рекомендуется назначить ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 140 МПа</li> <li>- 210 МПа</li> <li>- 280 МПа</li> <li>- 70 МПа</li> </ul>   |
| 8 | <p>Концентраторы напряжений при работе вала ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- снижают вибрации</li> </ul>   |

|    |   |
|----|---|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышают статическую прочность</li> <li>– снижают сопротивление усталости</li> <li>– повышают допускаемые напряжения</li> </ul>  |
| 9  | <p>Механизм, структурная схема которого показана на рисунке, относится к</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– стержневым</li> <li>– планетарным</li> <li>– винтовым</li> <li>– волновым</li> </ul>  |
| 10 | <p>Подшипник скольжения, в котором подъемная сила в масляном слое возникает в результате относительного движения рабочих поверхностей, является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– гидродинамическим</li> <li>– гидростатическим</li> <li>– полужидкостным</li> <li>– полустатическим</li> </ul>  |
| 11 | <p>Межосевое расстояние <math>a</math> для прямозубых колес с внешним зацеплением без смещения исходного контура с числами зубьев <math>z</math> и модулем <math>m</math> равно ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>a = m(z_1 + z_2)</math></li> <li>– <math>a = 2m(z_1 + z_2)</math></li> <li>– <math>a = \frac{m(z_1 - z_2)}{2}</math></li> <li>– <math>a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}</math></li> </ul> |
| 12 | <p>Передачами, к основным характеристикам которых относятся высокая нагрузочная способность, большая долговечность и надежность, высокий КПД, постоянство передаточного отношения являются ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– червячные</li> <li>– зубчатые</li> <li>– цепные</li> <li>– фрикционные</li> </ul>   |
| 13 | <p>Расчетная механическая мощность двигателя редуктора, работающего в режиме <math>\omega_{\text{вых}} = \text{const}</math> без реверса, <math>N_{\text{д}}^{\text{расч}} = 1 \text{ Вт}</math>. По какой механической мощности следует выбирать из каталога двигатель</p>   |

|    |   |
|----|---|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– 9 Вт</li> <li>– 11 Вт</li> <li>– 13,8 Вт</li> <li>– 16 Вт</li> </ul>   |
| 14 | <p>Степень подвижности плоского механизма определяется по формуле Чебышева ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>W=3n-2P_5-1P_4</math></li> <li>– <math>W=3n-2P_5+1P_4</math></li> <li>– <math>W=6n-2P_5-1P_4</math></li> <li>– <math>W=6n+2P_5-1P_4</math></li> </ul> |
| 15 | <p>Класс кинематической пары, приведенной на рисунке, равен ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1</li> <li>– 2</li> <li>– 5</li> <li>– 4</li> <li>– 3</li> </ul>                        |
| 16 | <p>Основным достоинством соединения призматической шпонкой является ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– большая жесткость</li> <li>– высокая точность</li> <li>– простота конструкции</li> <li>– большая прочность</li> </ul>  |
| 17 | <p>Шпонка может передавать большую нагрузку, если детали по цилиндрической поверхности соединены ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с зазором</li> <li>– с натягом</li> <li>– по переходной посадке</li> <li>– с перекосом</li> </ul>                                     |
| 18 | <p>Предохранительная муфта, обладающая наибольшей точностью срабатывания при перегрузке и исключающая ее повторение, это муфта ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– фрикционная</li> <li>– с разрушающимся элементом</li> <li>– кулачковая</li> <li>– шариковая</li> </ul>  |

|    |  |
|----|--|
| 19 | <p>Межосевое расстояние червячной передачи при <math>q=10</math>, <math>m=8</math> мм, <math>z_1=1</math>, <math>u=40</math> равно ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 280 мм</li> <li>- 200 мм</li> <li>- 220 мм</li> <li>- 160 мм</li> </ul>  |
| 20 | <p>Уплотнительные устройства подшипниковых узлов применяются для ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- снижения стоимости конструкции</li> <li>- защиты валов от изнашивания</li> <li>- повышения мощности</li> <li>- защиты от загрязнения извне и предотвращения вытекания смазки</li> </ul>  |
| 21 | <p>Степень подвижности механизма <math>W</math> равна ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>W=2</math></li> <li>- <math>W=0</math></li> <li>- <math>W=1</math></li> <li>- <math>W=3</math></li> </ul>  |
| 22 | <p>Если <math>Z_1=20</math>, <math>Z_2=30</math>, <math>Z_3=18</math>, <math>Z_4=40</math>, <math>Z_5=36</math>, <math>Z_6=20</math>, <math>Z_7=60</math>, то передаточное отношение редуктора с развернутой кинематической цепью с точностью до десятых равно ...</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3</li> <li>- 9</li> <li>- 8</li> </ul> |

|    |   |
|----|---|
|    | – 5   |
| 23 | <p>Модуль косозубой цилиндрической передачи рассчитывается на контактную прочность по формуле ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>m \geq \sqrt[3]{\left(\frac{2380 K_E}{z_k [\tau]_k}\right)^2 \frac{U+1}{\psi} [M_k]_p}</math></li> <li>– <math>m_s \geq \sqrt[3]{\left(\frac{1675}{z_{чк} [\tau]_{чк}}\right)^2 \frac{\cos \gamma}{q} [M_{чк}]_p}</math></li> <li>– <math>m_n \geq \sqrt[3]{\left(\frac{1925 \cos^2 \beta K_E}{z_k [\tau]_k}\right)^2 \frac{U+1}{\psi} [M_k]_p}</math></li> <li>– <math>m_{ср} \geq \sqrt[3]{\left(\frac{2380 K_E}{z_k [\tau]_k}\right)^2 \frac{\sqrt{U^2+1}}{\psi} [M_k]_p}</math></li> </ul> |
| 24 | <p>При частотах вращения, превышающих 100000 об/мин, может быть использована только ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– коническая передача</li> <li>– планетарная передача</li> <li>– червячная передача</li> <li>– рядовая цилиндрическая передача</li> </ul>  |
| 25 | <p>Сварные угловые швы рассчитывают на прочность ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– по одному из катетов</li> <li>– по толщине детали</li> <li>– по длине шва</li> <li>– по биссектрисе прямого угла</li> </ul>   |
| 26 | <p>Предохранительная муфта с разрушающимся элементом при перегрузке срабатывает так ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– срезается предохранительный элемент</li> <li>– изгибается предохранительный элемент</li> <li>– разрывается по шпоночной канавке полумуфта</li> <li>– закручивается шпонка</li> </ul>   |
| 27 | <p>Укажите правильный вид расчетной формулы для предварительного определения диаметра вала <math>d</math>, нагруженного вращающим моментом <math>M</math>, где <math>[\tau]</math> – допускаемое напряжение при кручении ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>d = \sqrt[3]{\frac{M}{0,2[\tau]}}</math></li> <li>– <math>d = \sqrt{\frac{M}{0,2[\tau]}}</math></li> </ul>  |

|    |   |
|----|---|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>d = \sqrt{\frac{M^3}{0,2[\tau]}}</math></li> <li>– <math>d = \sqrt[3]{M(0,1[\tau])}</math></li> </ul>  |
| 28 | <p>В клепаном соединении двух одинаковых листов толщиной <math>\delta_1 = \delta_2 = 3</math> мм поставлены 4 заклепки диаметром <math>d = 6,5</math> мм. При нагрузке усилием <math>P = 10</math> кН напряжения смятия <math>\sigma_{см}</math> в заклепках будут равны ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>\sigma_{см} = 198</math> МПа</li> <li>– <math>\sigma_{см} = 128</math> МПа</li> <li>– <math>\sigma_{см} = 171</math> МПа</li> <li>– <math>\sigma_{см} = 142</math> МПа</li> </ul> |
| 29 | <p>Условие соосности соосной цилиндрической передачи при равенстве модулей всех ступеней рассчитывается по выражению ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>(z_1 + z_2) = (z_3 + z_4) = \dots = (z_{n-1} + z_n)</math></li> <li>– <math>(z_1 - z_2) = (z_3 - z_4) = \dots = (z_{n-1} - z_n)</math></li> <li>– <math>(z_1 + z_2) - (z_3 + z_4) - \dots - (z_{n-1} + z_n) = 0</math></li> <li>– <math>(2z_1 + z_2) = (2z_3 + z_4) = \dots = (2z_{n-1} + z_n)</math></li> </ul>                      |
| 30 | <p>Для закрепления внутренних колец подшипников на валах применяют ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сварку</li> <li>– клинья</li> <li>– заплечик вала, стопорные кольца</li> <li>– шпоночные канавки, шайбы пружинные</li> </ul>  |
| 31 | <p>Передаточное отношение механизма, преобразующего вращательное движение в поступательное, рассчитывается по формуле ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>U = \frac{\omega_{вх}}{\omega_{вых}}</math></li> <li>– <math>U = \frac{\omega_{вх}}{V_{вых}}</math></li> <li>– <math>U = \frac{V_{вх}}{\omega_{вых}}</math></li> <li>– <math>U = \frac{V_{вх}}{V_{вых}}</math></li> </ul>  |
| 32 | <p>Условие проверки подшипника качения по статической грузоподъемности <math>C_0</math>, если его эквивалентная статическая нагрузка <math>P_0</math>, записывается так ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>0,5 \cdot P_0 = C_0</math></li> <li>– <math>P_0 \leq C_0</math></li> <li>– <math>P_0 \geq C_0</math></li> <li>– <math>P_0 \geq 0,5 \cdot C_0</math></li> </ul>   |



|    |   |
|----|---|
| 33 | <p>Механическая передача, обладающая возможностью передачи вращения в герметизированное пространство, это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– червячная</li> <li>– планетарная</li> <li>– волновая</li> <li>– фрикционная</li> </ul>   |
| 34 | <p>Критерием работоспособности соединения стандартной призматической шпонкой является прочность по напряжениям ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– смятия</li> <li>– растяжения</li> <li>– изгиба</li> <li>– среза</li> </ul>  |
| 35 | <p>По сравнению с другими зубчатыми передачами волновые имеют ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– больший КПД, массу и размеры</li> <li>– меньший нагрев, меньшие передаточные числа</li> <li>– меньшие массу, габариты и шум, более высокую кинематическую точность</li> </ul>  |
| 36 | <p>Наивысшим КПД обладает передача</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– цепная</li> <li>– ременная</li> <li>– червячная</li> <li>– зубчатая</li> </ul>  |
| 37 | <p>Степень подвижности пространственного механизма определяется по формуле Малышева ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>W=3n-2P_5-1P_4</math></li> <li>– <math>W=6n-2P_5-1P_4</math></li> <li>– <math>W=6n+2P_5-1P_4</math></li> <li>– <math>W=6n-5P_5-4P_4-3P_3-2P_2-1P_1</math></li> </ul>   |
| 38 | <p>Крутящие (вращающие) моменты на выходе <math>M_{\text{ВЫХ}}</math> и входе <math>M_{\text{ВХ}}</math> зубчатой передачи связаны соотношением ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <math>M_{\text{ВЫХ}} = M_{\text{ВХ}} \cdot \eta_{\Sigma} \cdot U_{\Sigma}</math></li> <li>– <math>M_{\text{ВХ}} = M_{\text{ВЫХ}} \cdot \eta_{\Sigma} \cdot U_{\Sigma}</math></li> <li>– <math>M_{\text{ВЫХ}} = M_{\text{ВХ}} \cdot \eta_{\Sigma}</math></li> <li>– <math>M_{\text{ВЫХ}} = M_{\text{ВХ}} \cdot U_{\Sigma}</math></li> </ul> |
| 39 | <p>Материал БрА9Ж4 рекомендуется использовать для ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– венца червячного колеса</li> <li>– червяка</li> </ul>  |

|    |  |
|----|--|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ступицы червячного колеса</li> <li>– изготовления червячного колеса целиком</li> </ul>  |
| 40 | Для соединения несоосных валов используют муфты ... <ul style="list-style-type: none"> <li>– сцепные</li> <li>– не компенсирующие или «глухие»</li> <li>– предохранительные</li> <li>– компенсирующие</li> </ul> |

#### 5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

| № п/п | Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий                              |
|-------|--|
| 1     | Расчеты на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов при различных видах деформаций |
| 2     | Расчеты на прочность элементов конструкций при сложном напряженном состоянии               |
| 3     | Разработка кинематической схемы зубчатого редуктора  |
| 4     | Расчет модуля и геометрических размеров зубчатых колес цилиндрического редуктора           |
| 5     | Расчет модуля и геометрических параметров червячной передачи                               |
| 6     | Кинематический и силовой расчет зубчатого редуктора с неподвижными осями                   |
| 7     | Кинематический и силовой расчет планетарного механизма                                     |
| 8     | Кинематический и силовой расчет волнового механизма  |
| 9     | Расчет точности зубчатого механизма  |
| 10    | Проектный и проверочный расчет винтовых механизмов   |
| 11    | Расчет валов в многоступенчатом редукторе  |
| 12    | Выбор шарикоподшипников, расчет долговечности  |
| 13    | Расчет подшипников скольжения  |
| 14    | Расчет муфт электромеханических и механических приводов                                    |

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является получение студентами необходимых знаний в области расчета, проектирования и конструирования механических и электромеханических элементов и устройств, используемых в системах управления летательными аппаратами, привитие студентам умений и навыков конкретных инженерных расчетов, создание поддерживающей образовательной среды преподавания, нацеленной на предоставление студентам возможности развить и продемонстрировать полученные навыки применительно к анализу, расчету, проектированию и конструированию типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях.

### **Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- соответствует темам лекций п. 4.2.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающейся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

### **Требования к проведению практических занятий**

Практические занятия по дисциплине «Прикладная механика» проводятся в аудитории общего назначения.

Цель практических занятий – обобщение и систематизация знаний, полученных студентами в ходе изучения дисциплины «Прикладная механика».

Практические занятия проводятся в не интерактивной форме.

Практические занятия включают в себя

- изучение основных понятий и законов механики в приложении к вопросам оптимального построения структурных и кинематических схем механизмов, расчета на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов, оптимизации конструктивных параметров и проектирования механизмов;
- решение студентами типовых задач по расчету на прочность и жесткость деталей и узлов механизмов, кинематическому и силовому исследованию механизмов; расчету геометрических параметров типовых узлов механизмов;
- ответы преподавателем на вопросы студентов (с возможным дальнейшим обсуждением), возникающие при выполнении студентами практических заданий, а также самостоятельного изучения теоретического материала.

На практических занятиях осуществляется текущий контроль результатов изучения дисциплины «Прикладная механика».

Учебно-методическая литература:

1. 539 О-60 Опалихина, О.В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций/ О. В. Опалихина; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 98 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (21), студ. отдел (БМ) (3).
2. 621.8 О-60 Опалихина, О.В. Расчет и проектирование механических устройств и их элементов/О. В. Опалихина; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2018. – 86 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (7)

### **Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/ работы**

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению/ специальности/ программе;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь обучающегося;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

### **Структура пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Цель курсовой работы по дисциплине «Прикладная механика»: расчет кинематических и силовых параметров исполнительного механизма, состоящего из двигателя и редуктора. В качестве редуктора предлагаются зубчатые передачи (цилиндрические прямозубые и косозубые, конические и червячные), планетарные и волновые передачи. Темой курсовой работы также может быть расчет механизмов преобразования движения (винтовых).

Курсовая работа содержит расчетную часть. Расчетная часть оформляется в виде пояснительной записки и включает в себя следующие разделы:

1. Выбор двигателя.
2. Кинематический расчет редуктора.
3. Расчет моментов и усилий.
4. Расчет модуля и размеров зубчатых колес.
5. Расчет валов.
6. Расчет и выбор подшипников.
7. Расчет точности передачи.

8. Расчет элементов крепления.
9. Разработка конструкции и последовательности сборки и разборки механизма.

### **Требования к оформлению пояснительной записки курсовой работы / проекта**

Все расчеты выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД.

Пояснительная записка к курсовой работе оформляется в соответствии со следующими ГОСТ:

1. ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».
2. ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».
3. ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

ГОСТы можно найти в Интернете на сайте ГУАП

<http://guap.ru/guap/standart/>

Учебно-методическая литература:

1. 621.8 Р 24 Расчет и проектирование механизмов приборов: методические указания к выполнению курсового проекта /А.И. Скалон, И.Н. Лукьяненко и др.; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. – 78 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (27), студ. отдел (БМ) (5).
2. 621.83 Р 24 Расчет и проектирование волновых и планетарных редукторов: методические указания к выполнению курсовой работы/ А.И. Скалон, И.Н. Лукьяненко и др.; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. – 54 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (27), студ. отдел (БМ) (3).
3. 539 О-60 Опалихина, О.В. Расчеты на прочность и жесткость элементов конструкций/ О. В. Опалихина ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 98 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (21), студ. отдел (БМ) (3).
4. 621.8 О-60 Опалихина, О.В. Расчет и проектирование механических устройств и их элементов/О. В. Опалихина; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2018. – 86 с. Имеются экземпляры в отделах: фонд учебного корпуса Гастелло (7)..

### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

В ходе выполнения самостоятельной работы обучающийся изучает теоретический материал дисциплины, решает типовые задачи и задания курсовой работы, размещенные в личном кабинете: [http://pro.guap.ru/exters/..](http://pro.guap.ru/exters/)

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |