Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 12:20:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ **/Е. В. Сафонов/**
"13" сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Детали машин и основы конструирования»

Направление подготовки
27.03.05 «Инноватика»

Профиль подготовки
«Аддитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____ /**Е. В. Сафонов**/
"15" сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Детали машин и основы конструирования»

Направление подготовки
27.03.05 «Инноватика»

Профиль подготовки
«Аддитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022 г.

44А

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **27.03.05 «Инноватика»**, профиль подготовки **«Аддитивные технологии»**

Программу составил:
профессор, к.т.н.
/Н.П.Баловнев/

Программа дисциплины «Механика и технологии (раздел детали машин)» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль подготовки «Аддитивные технологии» утверждена на заседании кафедры «Техническая механика и компьютерное моделирование»

«02» 06 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой, доцент, к.т.н. /Ю.И. Бровкина/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль подготовки «Аддитивные технологии»

/Д.А. Петров/

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии / Васильев А.Н. /

«09» 2022 г. Протокол: № 14-22

44А

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **27.03.05 «Инноватика»**, профиль подготовки **«Аддитивные технологии»**

Программу составил:
профессор, к.т.н.
/Н.П.Баловнев/

Программа дисциплины «Механика и технологии (раздел детали машин)» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль подготовки «Аддитивные технологии» утверждена на заседании кафедры «Техническая механика и компьютерное моделирование»

«02» 06 2022 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой, доцент, к.т.н. /Ю.И. Бровкина/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль подготовки «Аддитивные технологии»

_____ /П.А. Петров/

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ / Васильев А.Н. /

«13» 09 2022 г. Протокол: № 14-22

1. Цели освоения дисциплины.

К основным целям освоения дисциплины «Детали машин и основы конструирования» следует отнести:

– формирование у студентов знаний о современных принципах, расчета и конструирования деталей и узлов машин общемашиностроительного применения, освоение методик расчета и получение навыков конструирования;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению.

К основным задачам освоения дисциплины «Детали машин и основы конструирования» следует отнести:

- изучение конструкций и типажа деталей и узлов машин, условий их работы, критериев работоспособности, основ расчетов и принципов их конструирования;

- получение навыков решения различных инженерных задач с использованием знаний, приобретенных при изучении предшествующих дисциплин, с учетом реальных условий изготовления и работы деталей и узлов машин;

- овладение практическими навыками расчета и конструирования машин и оформления конструкторской документации с использованием графических редакторов, и пакетов расчетных программ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» относится к числу дисциплин базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

- Инженерная и компьютерная графика;
- Теоретическая механика;
- Сопротивление материалов;
- Цифровая грамотность;
- Прикладная ТММ с применением CAE - программ;
- Основы решения инженерных задач.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Детали машин и основы конструирования» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

ОПК-1	Способностью анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	**знать:** принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, в том числе аддитивного производства; **уметь:** использовать основные законы базовых инженерных и технических дисциплин; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей; **владеть:** основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часа (из них 108 часов - ссамостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Детали машин и основы конструирования» изучаются на **пятом семестре** третьего курса: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), практические занятия - 2 час в неделю (36 часов), форма контроля – экзамен.

Структура и содержание разделов дисциплины указаны в Приложении 1.

4.1 Лекции

1. **Введение.**

Значение и место дисциплины в системе подготовки бакалавра. Рекомендуемая литература. Применяемая система единиц. Разделы дисциплины. Определения: деталь, сборочная единица, узел, машина. Типовые детали.

2. **Основы расчета и конструирования.**

Критерии работоспособности и основные требования, предъявляемые к узлам и деталям современных машин. Виды нагрузок и напряжений. Переменные нагрузки: стационарные и не стационарные. Типовые режимы нагружения.

Расчеты на прочность. Факторы, влияющие на прочность и сопротивление усталости. Расчет по допускаемым напряжениям и по запасам прочности.

Долговечность машин. Основы расчета на долговечность по сопротивлению усталости. Расчеты на жесткость. Трение и изнашивание в машинах.

3. **Механические передачи.**

Назначение передач. Сравнительная характеристика передач. Общие кинематические и силовые зависимости для передач.

4. **Зубчатые передачи.**

Классификация зубчатых передач. Точность зубчатых передач. Материалы и термообработка зубчатых колес. Основные геометрические параметры цилиндрических зубчатых передач. Виды разрушений и виды расчетов закрытых и открытых зубчатых передач. Особенности кинематики косозубых цилиндрических передач. Силы в зацеплении прямозубых и косозубых цилиндрических колес. Методы изготовления зубчатых колес. Расчетная нагрузка. Контактные напряжения, формула Герца. Расчет передач по контактным напряжениям. Расчет передач на изгиб зуба. Определение допускаемых напряжений. Пути повышения контактной и изгибной прочности зубьев.

Основы геометрии конических зубчатых передач. Конические зубчатые передачи с прямым, тангенциальным и круговым зубом. Сравнительная оценка. Силы в зацеплении. Осевая форма зуба. Расчет конических передач на контактные напряжения и особенности их расчета на изгиб.

5. Червячные передачи.

Общая характеристика, области применения, форма червяков.

Кинематика и геометрия червячной передачи, форма и типы червяков. Основные параметры передачи и их выбор. КПД передачи. Критерии работоспособности и виды расчетов передач. Применяемые материалы. Определение расчетной нагрузки. Расчет передачи по контактным напряжениям. Определение допускаемых напряжений для разных групп материалов. Расчет зуба колеса на изгиб, расчетные формулы, коэффициент формы зуба, допускаемые напряжения.

Проверка вала червяка на прочность и жесткость.

Тепловой расчет червячных редукторов.

6. Ременные передачи.

Общая характеристика. Виды ременных передач. Области применения.

Плоско и клиноременные передачи. Ремни плоские, клиновые, поликлиновые и круглые. Материалы и конструкция современных ремней.

Схемы ременных передач. Способы натяжения ремней. Геометрия передачи. Силы и напряжения в ремне. Уравнение Эйлера. Диаграмма напряжений в ремне. Силы, действующие на валы.

Критерии работоспособности. Тяговая способность. Долговечность ремня. Зависимость долговечности от параметров передачи. Потери в передаче и ее КПД.

Метод расчета ременных передач.

Основные сведения о ременно-зубчатой передаче. Конструкция, материалы и параметры зубчатых ремней и шкивов.

7. Цепные передачи.

Общая характеристика. Классификация. Конструкции втулочно-роликовой и зубчатой цепей. Области применения.

Выбор параметров передачи. Динамические нагрузки. Критерии работоспособности цепной передачи. Методика расчета цепных передач. Силы, действующие на валы.

8. Валы и оси.

Назначение, применение, классификация. Требования, предъявляемые к валам и осям. Способы установки валов. Способы закрепления деталей на валах. Концентрация напряжений в валах. Концентраторы напряжений. Меры снижения концентрации напряжений. Критерии работоспособности валов. Этапы конструирования и расчета вала. Расчет вала на статическую прочность. Расчет вала на усталостную прочность.

9. Подшипники.

Назначение. Классификация. Подшипники скольжения: конструкция, достоинства и недостатки. Критерии работоспособности подшипников скольжения. Подшипники качения: конструкция, преимущества и недостатки. Классификация подшипников качения. Типы подшипников качения. Маркировка подшипников качения. Подбор подшипников качения.

10. Механические муфты приводов.

Назначение. Виды несоосности валов. Классификация. Требования, предъявляемые к муфтам. Подбор стандартных муфт. Муфты постоянного соединения. Глухие жесткие муфты. Компенсирующие муфты. Упругие муфты. Управляемые муфты. Предохранительные муфты.

11. Соединения.

Назначение. Классификация.

Неразъемные соединения. Заклёпочные соединения: преимущества и недостатки, особенности конструкции. Сварные соединения: преимущества и недостатки, особенности конструкции. Соединения с натягом: преимущества и недостатки, особенности конструкции.

Разъемные соединения. Шпоночные соединения: преимущества и недостатки, особенности конструкции. Типы шпонок, особенности их конструкции и применения. Напряженные и ненапряженные шпоночные соединения. Шлицевые соединения: классификация, преимущества и недостатки. Способы центрирования шлицевых соединений. Штифтовые соединения: преимущества и недостатки. Классификация штифтов. Резьбовые соединения: преимущества и недостатки. Классификация резьб. КПД винтовой пары. КПД винтового механизма. Классификация болтовых соединений. Критерии работоспособности болтового соединения. Расчет незатянутых болтовых соединений. Расчет затянутых болтовых соединений, нагруженных внешней осевой силой.

4.2 Практические занятия

1. Основы расчета и конструирования. Решение задач.

2. Механические передачи. Общий расчет привода (пример расчета).

3. Зубчатые передачи. Пример расчета цилиндрической зубчатой передачи.

4. Червячные передачи. Пример расчета червячной передачи.

5. Ременные передачи. Пример расчета ременной передачи.

6. Цепные передачи. Пример расчета цепной передачи.

7. Валы и оси. Пример расчета и конструирования вала.

8. Подшипники. Пример подбора подшипников по динамической грузоподъемности.

9. Механические муфты приводов. Подбор стандартных муфт.

4.3 Лабораторные работы

1. Зубчатые передачи.

1. Изучение конструкций и определение параметров цилиндрического редуктора.
2. Сборка и разборка конического редуктора, регулировка зацепления и подшипников.
3. Определение бокового зазора в гипоидной передаче.

2. Червячные передачи.

1. Определение параметров червячного редуктора.
2. Разборка и сборка червячного редуктора, регулировка зацепления и подшипников.
3. Определение КПД червячного редуктора.

3. Ременные передачи.

1. Испытание клиноременной передачи на тяговую способность.

4. Цепные передачи.

1. Изучение конструкций приводных цепей и звездочек на натурных образцах.

5. Оси и валы.

1. Изучение конструкций валов и осей на натурных образцах.

6. Подшипники.

1. Изучение типажа подшипников качения на натурных образцах.
1. Изучение опор валов и осей на натурных образцах различных узлов и агрегатов.

8. Соединения.

1. Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения болтами, установленными в отверстия с зазором.
2. Определение моментов трения в резьбе и на торце гайки.
3. Испытание предварительно затянутого болта, нагруженного внешней осевой силой.

4.4. Курсовой проект

Курсовой проект состоит из 3-х тематических листов графической части и расчетно-пояснительной записки. Проект включает конструктивную разработку: одного узла - редуктора, либо другого узла привода конвейера или иной рабочей машины; рабочих чертежей нескольких типовых деталей (зубчатых или червячных колес, вала, литой детали средней сложности и др.) и монтажного чертежа привода.

В проекте должна быть рассчитаны все передачи привода, один вал подробно и остальные приближенно, подобраны все подшипники качения, рассчитаны соединения, муфта.

4.5. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лекционным, семинарским и практическим занятиям, решение фрагментарных задач по изучаемым разделам дисциплины и выполнение расчетно-графической работы, а также углубленное изучение некоторых разделов курса с последующей подготовкой презентаций, и представлением их группе на семинарских занятиях. Кроме этого в самостоятельную работу студента входит работа в системе электронного обучения lms.mospolytech.ru.

Для самоконтроля знаний рекомендуется после изучения раздела пройти тестирование по соответствующей теме в онлайн-курсе «Детали машин и основы конструирования» на https://lms.mospolytech.ru.

5. Образовательные технологии.

Для реализации компетентностного подхода в изложении и восприятии материала дисциплины «Детали машин и основы конструирования» ыпрактические занятия и лабораторные работы по разным темам проводятся по мере освоения лекционного курса с целью углубления и конкретизации знаний, полученных в ходе слушания лекций.

При изложении лекционного материала, проведении практических занятий и лабораторных работ, предусматриваются следующие активные и интерактивные формы проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

– подготовка, выполнение и защита лабораторных работ в лабораториях кафедры;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

- использование технических средств интерактивного обучения (мультимедийного оборудования, компьютеров, плакатов, лабораторных установок, натурных образцов узлов и деталей машин и т.п.);

- организация интерактивных занятий по обсуждению инженерных решений по конструированию деталей машин и приборов при выполнение курсового проекта.

По окончанию выполнения курсовой работ проводится ее защита.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в целом по дисциплине составляет 25% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

6.1. Организация и порядок проведения текущего контроля.

6.1.1. Формы проведения контроля.

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: тестирование; защита лабораторных работ; защита курсового проекта.

В процессе обучения используются нижеперечисленные оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций.

- бланковое или компьютерное тестирование;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- выполнение и защита курсового проекта (по индивидуальному заданию для каждого обучающегося).

6.1.2. Содержание текущего контроля.

Содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2).

6.1.3. Сроки выполнения текущего контроля и шкала и критерии оценивания результатов

Тестирование в бланковой или компьютерной форме проводится 2 раза в семестр.

Защита лабораторных работ проводится на следующей неделе после их выполнения (приложение 1).

Шкала и критерии оценивания результатов текущего контроля изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2)".

6.2. Промежуточная аттестация. Организация и порядок проведения.

6.2.1. Форма проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация (экзамен, защита курсового проекта) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Тестирование (пример бланка тестового задания в приложении 2)	Заполненный бланк тестового задания, предусмотренный рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено».

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

6.2.2. Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях обычной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Не удовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

6.2.3. Организация и порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация (экзамен, зачёт) проводится по билетам устно, в форме собеседования. Регламент проведения аттестации, содержание форм текущего контроля и порядок их применения изложены в приложении к рабочей программе "Фонд оценочных средств" (приложение 2).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Тюняев, А.В. Детали машин. Учебник для вузов. [Электронный ресурс] / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. — СПб. : Лань, 2013. — 736 с. - URL:http://e.lanbook.com/book/5109

2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. Учебное пособие. 10 - издание. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. 496 с.

б) дополнительная литература:

1. Леликов, О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу "Детали машин". [Электронный ресурс] — М. : Машиностроение, 2007. — 464 с. - URL:http://e.lanbook.com/book/745

2. Гулиа, Н.В. Детали машин. Учебник для вузов. [Электронный ресурс] / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков. — СПб. : Лань, 2013. — 416 с. – URL:http://e.lanbook.com/book/5705

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включает учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Библиотека» и сайте кафедры «Техническая механика» mospolytech.ru/index.php?id=5452 в разделе «Учебно-методические материалы».

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включает учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Библиотека».

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «**Детали машин и основы конструирования**» по направлению подготовки

27.03.05 «Инноватика»

Профиль подготовки

«Аддитивные технологии»

п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	**Введение.** **Основы расчета и конструирования.** *Практическое занятие.* Решение задач.	5	1	1 1	2		6			К.П.					
2	**Основы расчета и конструирования. Механические передачи.** *Практическое занятие.* Общий расчет привода (пример расчета). *Выдача задания на курсовую работу.*	5	2	2	2		6								
3	**Механические передачи.** **Зубчатые передачи.** *Лабораторная работа. №1*	5	3	1 1	2	2	6								
4	**Зубчатые передачи.** *Лабораторная работа. №2*	5	4	2	2	2	6								
5	**Зубчатые передачи.** *Практическое занятие.* Пример расчета цилиндрической зубчатой передачи.	5	5	2	2		6								
6	**Зубчатые передачи.** *Лабораторная работа. №3*	5	6	2	2	2	6								
7	**Червячные передачи.** *Практическое занятие.* Пример расчета червячной передачи.6	5	7	2	2		6								
8	**Червячные передачи.** *Лабораторная работа. №1,2,3*	5	8	2	2	2	6								
9	**Ременные передачи.**	5	9	2	2		6								

	Практическое занятие. Пример расчета бременной передачи.														
10	**Рбеменные передачи.** *Лбабораторная работа. № 1* **Цепные передачи.** *Лабораторная работа. № 1*	5	10	2	2	2	6								
11	**Цепные передачи.** *Практическое занятие.* Пример расчета цепной передачи.	5	11	2	2		6								
12	**Валы и оси.** *Лабораторная работа. № 1*	5	12	2	2	2	6								
13	**Валы и оси.** *Практическое занятие.* Пример расчета и конструирования вала.	5	13	2	2		6								
14	**Подшипники.** *Лабораторная работа. №1,2*	5	14	2	2	2	6								
15	**Подшипники.** *Практическое занятие.* Пример подбора подшипников по динамической грузоподъемности.	5	15	2	2		6								
16	**Механические муфты приводов.** *Лабораторная работа. №1*	5	16	2	2	2	6								
17	**Механические муфты приводов.** *Практическое занятие.* Подбор стандартных муфт. **Соединения.** *Практическое занятие.* Пример расчета резьбового соединения.	5	17	1 1	2 2		6								
18	**Соединения.** *Лабораторная работа. №1,2.3*	5	18	2		2	6								
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**	**18**	**108**			+				+	

Приложение 2 к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.03.05 ИННОВАТИКА
ОП (профиль): «Аддитивные технологии»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Техническая механика»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Детали машин и основы конструирования»

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств.
2. Описание оценочных средств:

1. Экзаменационные билеты;
2. Лабораторные работы;
3. Тесты для проведения рубежного контроля по разделам программы дисциплины;
4. Курсовой проект.

Составитель: профессор Баловнев Н.П.

Москва, 2022 год

Паспорт фонда оценочных средств

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ОПК-1 Способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук.	Знания: принципиальных особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, в том числе аддитивного производства;	Введение. Основы расчета и конструирования. Механические передачи. Зубчатые передачи. Червячные передачи. Ременные передачи. Цепные передачи. Валы и оси. Подшипники. Механические муфты приводов. Соединения.	Текущий, после изучения раздела дисциплины	Собеседование, тестирование. Защита лабораторных работ.	1) Устно 2) Письменно, 3) Компьютерные технологии	Журналы испытания для лабораторных работ. Тесты.
			Промежуточная аттестация по окончании семестра	Экзамен	1)Устно 2) Письменно, 3) Компьютерные технологии	Экзаменационные билеты.
	Умения: использовать основные законы базовых инженерных и технических дисциплин; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей.	Введение. Основы расчета и конструирования. Механические передачи. Зубчатые передачи. Червячные передачи. Ременные передачи. Цепные передачи. Валы и оси. Подшипники.				Курсовой проект.

		Механические муфты приводов. Соединения.				
	Владение: основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды.	Введение. Основы расчета и конструирования. Механические передачи. Зубчатые передачи. Червячные передачи. Ременные передачи. Цепные передачи. Валы и оси. Подшипники. Механические муфты приводов. Соединения.				Защита курсового проекта.

Описание оценочных средств

1. Экзаменационные билеты

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Детали машин и основы конструирования».
2. В билет включено два вопроса.
3. Комплект экзаменационных билетов включает 30 билетов (образец прилагается).
4. Регламент экзамена: - Время на подготовку тезисов ответов - до 45 мин
   - Способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания:

«Отлично» - если студент глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения.

«Хорошо» - если студент твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

«Удовлетворительно» - если студент освоил только основной материал программы, но не знает отдельных тем, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно» - если студент не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Каждое вопрос экзаменационного билета оценивается отдельно. Общей оценкой является среднее значение, округлённое до целого значения.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет базовых компетенций, кафедра «Техническая механика и компьютерное моделирование»
Дисциплина «Детали машин и основы конструирования»
Образовательная программа 27.03.05
Курс 3, семестр - 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № .

1. Что такое деталь, сборочная единица и узел?
2. Определение допускаемых напряжений при расчетах цилиндрических зубчатых передач.

Утверждено на заседании кафедры , протокол № .

Зав. кафедрой /Ю.И.Бровкина/

Перечень вопросов на экзамен

Вопросы к экзамену	Код компетенции
Что такое деталь, сборочная единица и узел?	ОПК-1
Критерии работоспособности деталей машин.	ОПК-1
Виды нагрузок и напряжений. Циклы напряжений и их параметры.	ОПК-1
Факторы, влияющие на прочность деталей.	ОПК-1
Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Охарактеризовать другие виды расчетов.	ОПК-1
Расчет по запасам прочности. Охарактеризовать другие виды расчетов.	ОПК-1
Основы расчета деталей машин на долговечность. Расчет на сопротивление усталости при постоянной амплитуде напряжений.	ОПК-1
Расчет на сопротивление усталости при переменных амплитудах напряжений. Два случая замены переменного режима нагружения эквивалентным постоянным.	ОПК-1
Механические передачи. Их классификация и основные зависимости, характеризующие передачи.	ОПК-1
Зубчатые передачи, их классификация и сравнительная характеристика.	ОПК-1
Материалы, применяемые для изготовления зубчатых колес.	ОПК-1

Виды разрушений и виды расчетов зубчатых передач.	ОПК-1
Силы в зубчатой передаче: прямозубой и косозубой.	ОПК-1
Особенности работы косозубых зубчатых передач.	ОПК-1
Определение расчетной нагрузки при расчете зубчатых передач. Коэффициенты нагрузки.	ОПК-1
Расчет зубчатых передач на сопротивление усталости по контактным напряжениям.	ОПК-1
Расчет зубчатых передач на излом (изгиб) зуба.	ОПК-1
Меры повышения контактной прочности цилиндрических зубчатых передач.	ОПК-1
Меры повышения изгибной прочности зубьев цилиндрических зубчатых передач.	ОПК-1
Особенности расчета косозубых и шевронных зубчатых передач. Расчетные зависимости.	ОПК-1
Определение допускаемых напряжений при расчетах цилиндрических зубчатых передач.	ОПК-1
Проверочные расчеты цилиндрических зубчатых передач на статическую контактную и изгибную прочность.	ОПК-1
Особенности конических зубчатых передач. Краткая характеристика. Основные геометрические параметры.	ОПК-1
Расчет на контактные напряжения и напряжения изгиба прямозубых конических передач.	ОПК-1
Общие сведения о ременных передачах. Классификация. Достоинства и недостатки.	ОПК-1
Способы натяжения ремней в ременных передачах. Их сравнительная характеристика.	ОПК-1
Виды ремней. Их сравнительная характеристика. Достоинства и недостатки.	ОПК-1
Силы и напряжения в ремне ременной передачи. Диаграмма напряжений.	ОПК-1
Критерии работоспособности ременной передачи.	ОПК-1
Расчет ременных передач.	ОПК-1
Общие сведения о червячных передачах. Достоинства и недостатки.	ОПК-1
Геометрия и кинематика червячной передачи. Виды цилиндрических червяков.	ОПК-1
Что такое коэффициент диаметра червяка и почему он стандартизован?	ОПК-1
Силы в червячных передачах.	ОПК-1
Потери в червячной передаче и КПД червячного редуктора.	ОПК-1
Критерии работоспособности, предпосылки расчета и виды расчетов червячных передач.	ОПК-1
Материалы, применяемые для изготовления червячных передач.	ОПК-1
Расчет рабочих поверхностей зубьев червячного колеса на контактную прочность.	ОПК-1
Определение допускаемых напряжений при расчетах червячных передач на контактную прочность.	ОПК-1
Определение допускаемых напряжений при расчетах червячных передач на прочность при изгибе зуба.	ОПК-1
Расчет червячных передач на излом (изгиб) зуба.	ОПК-1
Меры повышения контактной прочности червячных передач.	ОПК-1

Меры повышения изгибной прочности зубьев червячных колес.	ОПК-1
Проверка вала червяка на прочность и жесткость.	ОПК-1
Тепловой расчет червячного редуктора.	ОПК-1
Валы и оси. Общие сведения и материалы, применяемые для изготовления валов и осей.	ОПК-1
Порядок расчета и конструирования валов и осей. Приближенный расчет.	ОПК-1
Порядок расчета и конструирования валов и осей. Проверочный (уточненный) расчет.	ОПК-1
Порядок расчета и конструирования валов и осей. Особенности конструирования.	ОПК-1
Подшипники качения. Общие сведения. Достоинства и недостатки. Классификация.	ОПК-1
Виды разрушений и побор подшипников качения.	ОПК-1
Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности.	ОПК-1
Подбор подшипников качения по статической грузоподъемности.	ОПК-1
Определение приведенной динамической нагрузки подшипников качения.	ОПК-1
Определение расчетной осевой нагрузки в радиальноупорных подшипниках качения.	ОПК-1
Классификация муфт приводов. Глухие муфты.	ОПК-1
Подвижные компенсирующие муфты.	ОПК-1
Муфты сцепные управляемые. Расчет кулачковой муфты.	ОПК-1
Муфты сцепные самоуправляемые. Расчет муфты с разрушающимся элементом.	ОПК-1
Фрикционные муфты. Материалы фрикционных пар.	ОПК-1
Расчет и проектирование дисковой фрикционной муфты.	ОПК-1
Расчет и проектирование конусной фрикционной муфты.	ОПК-1
Колодочная центробежная муфта. Расчет и проектирование.	ОПК-1
Комбинированные муфты. Привести пример комбинированной муфты.	ОПК-1
Цепные передачи. Общие сведения, достоинства и недостатки. Виды цепей.	ОПК-1
Критерии работоспособности и расчет цепных передач.	ОПК-1

2. Лабораторные работы (ОПК-1)

Назначение: Используются для углубленного изучения разделов дисциплины, получения практических навыков работы с реальными объектами, применяемыми в общем машиностроении их испытанием, а также проведения текущей промежуточной аттестации по дисциплине «Детали машин и основы конструирования».

1. Время на выполнение каждой лабораторной работы указано в приложении Б программы дисциплины.
2. Лабораторная работа выполняется подгруппой студентов в количестве 5-12 человек под руководством преподавателя и учебного мастера.
3. Оформление журнала испытаний проводится студентом самостоятельно вне аудиторных занятий.
4. Защита лабораторной работы проводится во время консультаций, в виде собеседования.
5. Шкала оценивания:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он применил полученные знания и выполнил, и защитил лабораторную работу;
- оценка «не зачтено», если он не выполнил или не защитил лабораторную работу.

Образец журнала испытаний

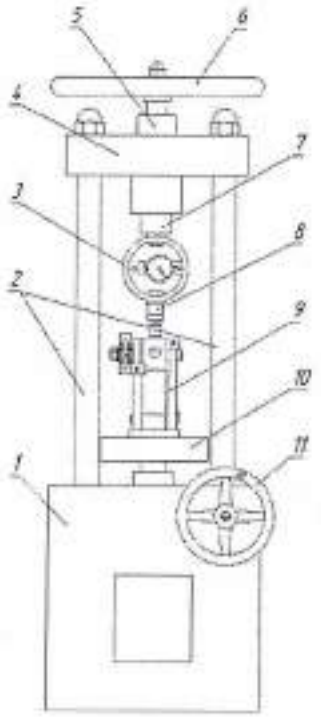
Заполняется студентом при подготовке и в ходе выполнения лабораторной работы.

Студент
Лаборатория «Детали машин»
Группа
Проверил
Дата

ЖУРНАЛ ИСПЫТАНИЙ

Лабораторная работа №1
Испытание поперечно нагруженного болтового соединения.

1. Схема установки.

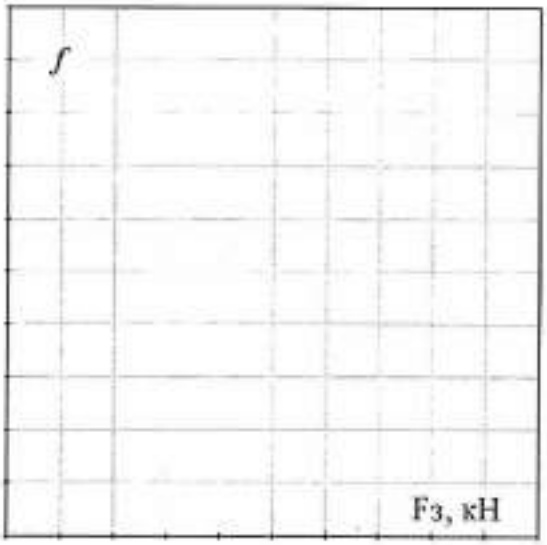


2. Данные испытаний и расчетов.

№ №	$F_з$, кН	$F_в$, кН	f

изм.			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

3. График $f = f(F_з)$.



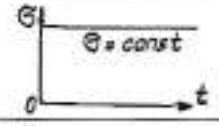
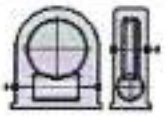
4. Выводы:

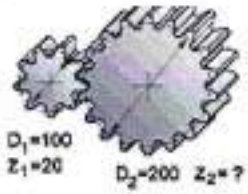
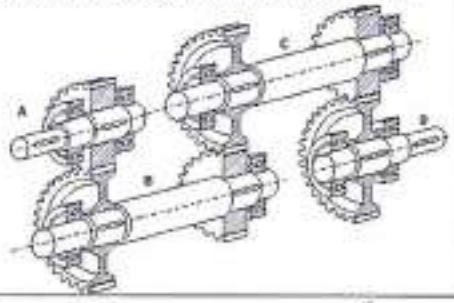
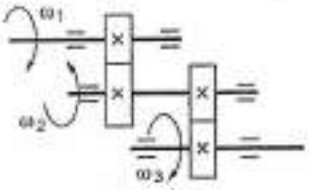
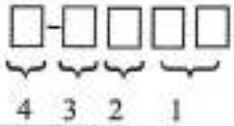
3. Тесты для проведения рубежного контроля по разделам программы дисциплины (ОПК-1)

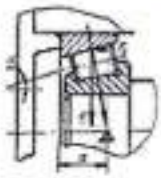
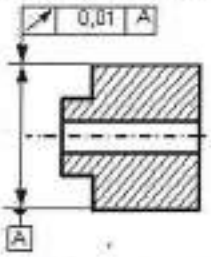
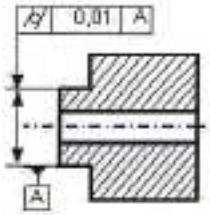
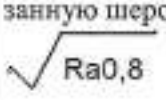
1. Назначение: Используются для проведения текущей промежуточной аттестации по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»
2. Тестирование может проводиться в виде электронного или бланкового тестирования. Тестовое задание содержит 25 вопросов.
3. Время на выполнение теста 20 мин.
4. Шкала оценивания:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно ответил на 15 и более вопросов.
- оценка «не зачтено», если правильно ответил на 14 и менее вопросов.

Образец бланкового тестового задания

Тестовое задание №		
01.Какой цикл изменения напряжений представлен на графике? 		асимметричный отнулевой статический симметричный
02. Аналитическое выражение криволинейного участка кривой усталости будет…		$\sigma_i C^m = N_i$ $\sigma_i^m N_i = C$ $C^m N_i = \sigma_i$ $\sigma_i N_i^m = C$
03. Витки резьбы винта рассчитывают на ...		сжатие растяжение изгиб с кручением срез и смятие
04. В червячных передачах червяк проверяют на...		жесткость и прочность срез витков устойчивость растяжение-сжатие
05. По данной формуле проводят проектный расчёт зубчатых передач… $d_{w1}=K_d\sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{\psi_d [\sigma]_H^2}\cdot\frac{u+1}{u^2}}$		на изгибную выносливость на жёсткость на контактную выносливость на износ
06. Температура нагрева червячного редуктора с нижним расположением червяка после работы должна быть не выше... 		90° 50° 70° 100°
07. На рисунке изображена передача… 		трением гибкой связью зацеплением с непосредственным контактом волновая зацеплением гибкой связью
08. Расчет клиноременной передачи сводится к...		определению её геометрических параметров расчету ремней на долговечность определению межосевого расстояния передачи подбору сечения и числа ремней
09. При расчете цепной передачи определение шага цепи производится по условию...		контактного напряжения в зубьях звездочек невыдавливания смазки в

		передаче допустимого давления в шарнирах цепи изгибной выносливости цепи
10. Какое возможное количество зубьев у выходного колеса? 		16...18 18...20 20...30 40
11. Клиновые ремни способны передавать большие нагрузки, чем плоские потому, что…		у клинового ремня выше приведенный коэффициент трения примерно в три раза у клинового ремня меньше коэффициент трения клиновые ремни толще не перечислено
12. Какой вид разрушения зубчатого колеса представлен на рисунке? 		излом смятие выкрашивание срез
13. На каком валу максимальный вращающий момент? 		D A C B
14. Для изображённой схемы двухступенчатого зубчатого редуктора определите передаточное отношение, если ω_1=100 с$^{-1}$, ω_2=20 с$^{-1}$, ω_3=5 с$^{-1}$. 		4,5 4 15 20
15. В какой ячейке обозначения подшипника качения указана его серия? 		1 2 3 4
16. Ресурс подшипника качения в млн. оборотов рассчитывают по формуле …		$L=60L_h n/10^6$ $L=10^6 L_n/60n$ $L=(C_r/F_R)^p \cdot 10^6/60n$ $L=a_1.a_{23}(C_r/F_R)^p \cdot 10^6/60n$

17. Осевая составляющая F_a зависит от… 		размеров подшипника коэффициента вращения V коэффициентов радиальной и осевой нагрузки X и Y – соответственно угла контакта α
18. К какому типу относится подшипник, изображённый на рисунке? 		0 1 6 7
19. В формуле $F_R \cdot L^{1/p} = C$, F_R -это …		ресурс в млн. оборотов ресурс в часах приведенная нагрузка грузоподъемность
20. В формуле $F_R \cdot L^{1/p} = C$, C –это…		грузоподъемность ресурс в часах приведенная нагрузка ресурс в млн. оборотов
21. Какой параметр надо контролировать? 		торцовое биение цилиндричность круглость радиальное биение
22. Что является базой для контроля заданного параметра? 		ось детали поверхность детали поверхность выступа поверхность отверстия
23. Какой вид механической обработки предусматривает заданная чистота поверхности? 		шлифование без обработки фрезерование токарное точение
24. Какой вид механической обработки обеспечит указанную шероховатость? 		шлифование токарное точение сверление фрезерование
25. Это обозначение посадки... $\varnothing 20 \frac{H7}{js6}$		переходной с зазором с натягом

		с большим натягом

4. Курсовой проект (ОПК-1)

1. Назначение: Используются для углубленного изучения разделов дисциплины, получения практических навыков расчета и конструирования деталей и узлов машин, применения знаний, полученных при изучении предшествующих дисциплин, оформления конструкторской документации.
2. В выполнение курсового проекта проводится по индивидуальному заданию для каждого обучающегося).
3. Комплект заданий на курсовой проект включает 30 вариантов технических заданий, каждый из которых имеет 6 вариантов значений исходных параметров (образец прилагается).
4. Защита проекта осуществляется индивидуально каждым обучающимся. Способ контроля: устные ответы.
5. Шкала оценивания защиты проекта:

«Отлично» - если студент выполнил проект в полном объеме, глубоко и прочно освоил весь материал программы обучения, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при изменении задания, правильно обосновывает принятые конструктивные решения.

«Хорошо» - если студент выполнил проект в полном объеме, твёрдо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми умениями и навыками при принятии конструктивных решений.

«Удовлетворительно» - если студент выполнил проект в полном объеме, но освоил только основной материал программы, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в принятии практических конструктивных решений.

«Неудовлетворительно» - если студент не выполнил проект в полном объеме, не знает значительной части программного материала, допускает серьёзные ошибки, с большими затруднениями принимает практические конструктивные решения.

выполняет практические задания.

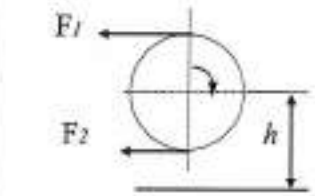
Образец задания на курсовой проект

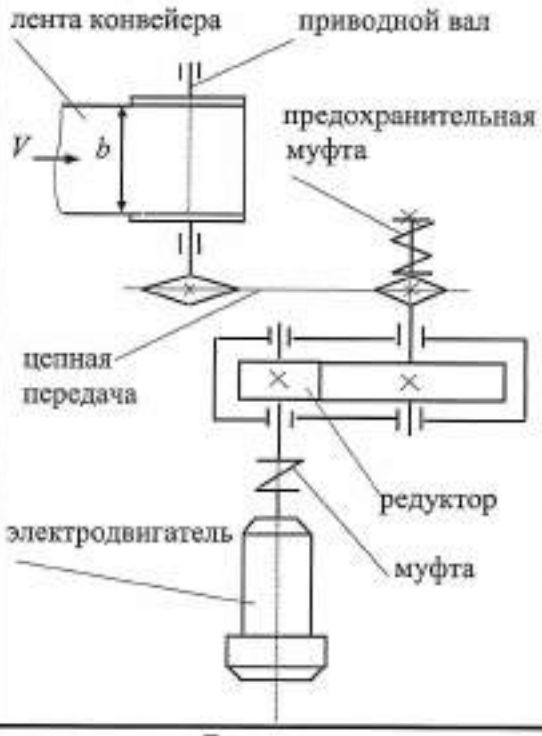
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Техническая механика и компьютерное моделирование»

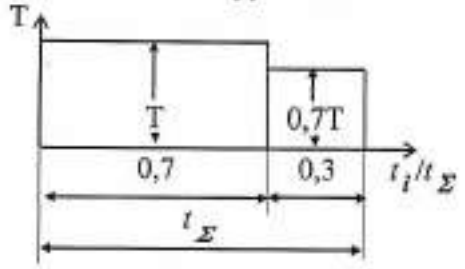
Техническое задание на курсовой проект по дисциплине «Детали машин и основы конструирования» — **2**

Спроектировать привод к ленточному конвейеру





Блок нагружения



Разработать:

1. Цилиндрический редуктор с косозубыми (прямозубыми; шевронными) зубчатыми колесами.
2. Рабочие чертежи: тихоходного вала редуктора; зубчатого колеса; проходной крышки подшипниковой опоры редуктора; пружины муфты; втулки; стакана; .....
3. Монтажный чертеж привода.

Варианты			1	2	3	4	5	6
Натяжение ветвей ленты конвейера	F_1	кН	5,5	6,2	5,8	5,4	4,3	4,9
	F_2	кН	2,1	2,4	2,2	2,0	1,6	1,8
Скорости ленты	V	м/с	1,5	1,0	1,45	1,4	1,4	1,3
Диаметр барабана	D	м	0,4	0,32	0,32	0,35	0,38	0,3
Ширина ленты	b	м	0,45	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4
Высота центра приводной станции	h	м	0,5	0,6	0,65	0,5	0,6	0,45
Ресурс работы привода	Lh	тыс. час	10	14	12	18	15	20

Студент гр.

Преподаватель

Приложение 3.

Тематика лабораторных работ по дисциплине «**Детали машин и основы конструирования**» по направлению подготовки

27.03.02 «Инноватика»

Профиль подготовки

«Аддитивные технологии»

(бакалавр)

очная форма обучения

5 семестр - 18 часов

1. Тема: Меанические передачи – 2 часа.

1. «Изучение механических передач и приводов» - 1 час.

Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы передач зацеплением, фрикционных передач и вариаторов.

2. «Привод ленточного конвейера» - 1 час.

Оснащение: Плакаты, стенды и макет привод ленточного конвейера

2. Тема: Зубчатые передачи – 2 часа.

1. «Изучение конструкций и определение параметров цилиндрического редуктора» - 1 час.

Оснащение: Натурные образцы цилиндрических редукторов.

2. «Сборка и разборка конического редуктора, регулировка зацепления и подшипников» - 0,5 часа.

Оснащение: Натурный образец конического редуктора.

3. «Определение бокового зазора в гипоидной передаче» - 0,5 часа. Оснащение: натурный образец редуктора заднего моста автомобиля.

3. Тема: Червячные передачи – 2 часа.

1. «Определение параметров червячного редуктора» - 1 час.

Оснащение: Натурные образцы червячных редукторов.

2. «Разборка и сборка червячного редуктора, регулировка зацепления и подшипников» - 0,5 часа.

Оснащение: Натурные образцы червячных редукторов.

3. «Определение КПД червячного редуктора» - 0,5 часа.

Оснащение: Лабораторная установка по определению КПД червячного редуктора.

4. Тема: Ременные передачи – 2 часа.

1. «Испытание клиноременной передачи на тяговую способность» - 2 часа.

Оснащение: Лабораторная установка для испытания клиноремменных передач с различными способами натяжения на тяговую способность и КПД, плакаты стенды и натурные образцы ремней.

5. Тема: Цепные передачи – 2 часа.

1. «Изучение конструкций приводных цепей и звездочек на натурных образцах» - 2 часа.

Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы приводных цепей и звездочек.

6. Тема: Эси и валы – 2 часа.

1. «Изучение конструкций валов и осей на натурных образцах» - 1 час.

Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы валов и осей.

2. «Изучение опор валов и осей на натурных образцах различных узлов и агрегатов» - 1 час.

Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы опор валов и осей натурных образцов различных узлов и агрегатов.

7. Тема: Подшипники качения – 2 часа.

1. Изучение типажа подшипников качения и скольжения на натурных образцах» - 1 час.
Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы подшипников качения и скольжения.
2. «Подшипники качения» - 1 час.
Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы подшипников качения.

8. Тема: Сварные соединения – 2 часа.
1. «Изучение сварных соединений и видов сварных швов на макетах и натурных образцах различных узлов и агрегатов» - 2 часа.
Оснащение: Плакаты, стенды и натурные образцы сварных швов соединений.

9. Тема: Резьбовые соединения – 2 часа.
1. «Испытание поперечно-нагруженного болтового соединения болтами, установленными в отверстия с зазором» - 0,5 часа.
Оснащение: Лабораторная установка для испытания поперечно-нагруженного болтового соединения болтами, установленными в отверстия с зазором.
2. «Определение моментов трения в резьбе и на торце гайки» - 0,5 часа.
Оснащение: Лабораторная установка для определения моментов трения в резьбе и на торце гайки.
3. «Испытание предварительно затянутого болта, нагруженного внешней осевой силой» - 1 час.
Оснащение: Лабораторная установка для испытания предварительно затянутого болта, нагруженного внешней осевой силой.

Составитель: профессор кафедры «Техническая механика, к.т.н., профессор Баловнев Н.П.