

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра подъемно-транспортных, строительных,  
дорожных машин и оборудования**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е. И. Луковникова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ СРЕДСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

**Б1.Б.19.12** (год набора 2014-2015)

**Б1.Б.20.12** (год набора 2016-2017)

## **СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

## **СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ**

**Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование**

Квалификация выпускника: инженер

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	6
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	6
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	7
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	8
4.3 Лабораторные работы.....	9
4.4 Практические занятия.....	9
4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа .....	9
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>11</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>12</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>12</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>12</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятий.....	14
9.2 Методические указания для обучающихся по выполнению курсовой работы.....	34
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>35</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>35</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>37</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>44</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>46</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Подготовка будущего инженера к решению профессиональных задач:

- использование прикладных программ расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;
- разработка конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием информационных технологий.

## Задачи дисциплины

- раскрытие сущность явлений, имеющих место при конструировании и проектировании современных машин;
- ознакомление с основными положениями САПР;
- изучение основных технических требований к машинам, принципы поиска новых технических решений, принципы моделирования, системы ЕСКД;
- изучение основ методологии математического моделирования на ЭВМ строительных и дорожных машин и механического оборудования;
- ознакомление с принципами построения, функциональными возможностями и особенностями организации информационного, технического, математического и программного обеспечения САПР;
- ознакомление с составом и функциональными возможностями современного программного обеспечения САПР.
- обеспечить приобретение будущими инженерами теоретических знаний и практического опыта по созданию (конструированию) устройств, систем, приводов подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин и оборудования с использованием CAD/CAE/CAM/PDM приложений;
- привить навыки самообразования и самосовершенствования;
- содействие средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);
- умение учитывать при проектировании особенности конкретных региональных условий и условий работы машин при низких температурах.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<b>знать:</b> -основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; <b>уметь:</b> -обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств; <b>владеть:</b> -способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических

<p>ПСК- 2.7</p>	<p>способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ</p>	<p>средств.</p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнение трехмерных моделей объектов;</li> <li>- правила пользования стандартами и другой нормативной документацией;</li> <li>- основные сведения о дискретных структурах, используемых в персональных компьютерах;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации, в том числе с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования;</li> <li>- рассчитывать типовые элементы механизмов ПТ СДМ при заданных нагрузках;</li> <li>- пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инженерной терминологией в области производства ПТ СДМ;</li> <li>- методами проектирования ПТ СДМ, в том числе с использованием трехмерных моделей;</li> <li>- методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизированного проектирования.</li> </ul>
<p>ПСК-2.8</p>	<p>способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-параметры технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способами осуществления контроля за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств</li> </ul>

		механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования
ПК-10	способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормы разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</li> </ul>
ПК-11	способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способы контроля и параметры технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно - технологических машин и технологического оборудования;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-применить способы контроля к определению параметров технологических процессов производства и эксплуатации;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-средствами контроля и измерения параметров технологических процессов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.19.12 (Б1.Б.20.12) «Системы автоматизированного проектирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» относится к дисциплинам базовой части.

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Информатика», «Автоматизация инженерно-графических работ», «Информационные технологии в инженерных задачах».

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин «Системы автоматизированного проектирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования»

представляет основу для изучения дисциплин «Строительная механика и металлические конструкции подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин», «Компьютерные технологии в инженерных задачах».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации «инженер».

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	17	34	-	57	КР	зачет
Заочная	3	-	108	16	4	12	-	88	КР	зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	51	20	51
Лекции (Лк)	17	-	17
Лабораторные занятия	34	20	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	57	-	57
Подготовка к лабораторным занятиям	34	-	34
Подготовка к зачету	23	-	23
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР	24	5	-	19
2.	Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.	42	6	17	19
3.	Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР	42	6	17	19
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>57</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		Самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР	31	1	-	30
2.	Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.	37	2	6	29
3.	Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР	36	1	6	29
<b>ИТОГО</b>		<b>104</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>88</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам.

<i>№ раздела</i>	<i>Наименование раздела дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4
1.	Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР	Основные положения САПР. Терминология САПР. Современные принципы проектирования ТО. Этапы и стадии проектирования. САД, САЕ, САМ, PDM/TDM системы и их взаимосвязь. Структура конструкторско-технологических подразделений. Классификация САПР. Оценка эффективности использования САПР на предприятии. Виды описаний объектов проектирования. Виды описаний объектов проектирования. Аспекты описаний. Типовые проектные процедуры. Процедурная модель проектирования. Функциональная модель проектирования. Методика обоснования необходимости проектирования ТО. Функциональный состав АРМ конструктора. Локальные сети предприятий. Устройства ввода. Устройства вывода на печать. Устройства хранения и резервного копирования информации.	-
2.	Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.	Обобщенная мат. модель объекта проектирования. Фазовые переменные. Классификация мат. моделей. Иерархия мат.моделей объектов проектирования. Мат.модели анализа. Мат.модели объектов проектирования на метауровне. Мат.модели объектов проектирования на макроуровне. Функциональные и структурные мат. модели.	-
3.	Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР	Решение задач структурного анализа. Структурные и параметрический синтез. Параметризация в САПР. Задачи оптимизации на стадиях проектирования. Банки и базы данных в САПР. СУБД. Особенности использования БД в САПР. Базы знаний. Информационные и коммуникационные технологии в САПР. Требования к САПР, используемых при проектировании ПТ СДМиО. Назначение и функциональный состав системы КОМПАС 3D и КОМПАС-График. Подготовка ЧКД в системе КОМПАС. Система инженерного анализа и рас-	-



		четов АРМ «WinMachine». САПР технологических процессов КОМПАС-АВТОПРОЕКТ. Система управления инженерными данными КОМПАС-Менеджер. CALS-технологии.	
--	--	--	--

#### 4.3. Лабораторные работы.

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторных работ</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Проектировочный расчет косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления	17	Тренинги в малой группе (10 час.)
2	3.	Проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора	9	Тренинги в малой группе (5 час.)
3	3.	Расчет вала	8	Тренинги в малой группе (5 час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>20</b>

#### 4.4. Практические занятия.

Учебным планом не предусмотрено.

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа

Цель: Закрепление теоретических положений, излагаемых в лекционном курсе дисциплины, привитие навыков правильного принятия инженерных решений, проведения обоснованных расчетов, а также использование соответствующей научно-технической литературы.

Структура курсовой работы:

Отчёт по курсовой работе должен иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание на отдельном листе;
- содержание;
- список использованных сокращений и обозначений;
- введение [1-2 стр.];
- основная часть;
- заключение [1 стр.];
- список использованных источников.

Тематика.

1. Прикладные программы САПР.
2. Алгоритм процедуры выбора унифицированного проектного решения.
3. Унификация проектных решений и процедур.
4. Виды описаний проектируемых объектов.
5. Автоматизация оформления конструкторской и технологической документации.
6. Классификация параметров проектируемых объектов.
7. Система данных. Идентификаторы объекта и ключевые атрибуты.
8. Технические требования и условия работоспособности, выражаемые односторонними и двухсторонними ограничениями.
9. Основные функции СУБД.
10. Задачи параметрического синтеза. Виды и особенности.

11. Сходство и различие между БД и файлом.
12. Определение эффективности использования САПР на предприятиях различного профиля.
13. Техническое обеспечение САПР.
14. Основные показатели качества САПР.
15. Комплекс средств САПР.
16. Классификация размеров на чертежах. Основные виды размерных линий. Некоторые виды групповых размеров.
17. Структура САПР.
18. Технический документооборот на предприятии.
19. Структура конструкторско-технологических служб предприятия (машиностроения).
20. Основные правила оформления чертежей.
21. Режимы проектирования в САПР.
22. Устройства ввода-вывода, используемые в САПР.
23. Устройства для оцифровки моделей элементов проектируемых объектов.
24. 2D и 3D графика. Solid-модели.
25. Производители ПО САПР (отечественные и зарубежные) и их краткая характеристика их ПО.

Рекомендуемый объем. Расчетно-пояснительная записка (25-30 листов формата А4), графическая часть (1 лист формата А1).

Выдача задания, прием и защита КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки курсовой работы
отлично	Обучающийся продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков: умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
хорошо	При защите курсовой работы обучающийся допустил небольшие пробелы, не искажившие логического и информационного содержания ответа: один-два недочета при освещении основного содержания, исправленные по замечанию преподавателя; при ответе на дополнительные вопросы допущено не более 2-3 ошибок. Структура оформления курсовой работы соблюдена.
удовлетворительно	Содержание материала раскрыто не полностью, но показано общее понимание темы курсовой работы, продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала, обучающийся продемонстрировал затруднения или допустил ошибки в определении понятий, использовании терминологии, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при проверке знаний теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков. При оформлении курсовой работы допущены ошибки.
неудовлетворительно	Не раскрыто основное содержание курсовой работы, обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала. При дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения курсовой работы.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>Компетенции</i>  <i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>					<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных заня- тий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОК</i>	<i>ПСК</i>		<i>ПК</i>					
		<i>1</i>	<i>2.7</i>	<i>2.8</i>	<i>10</i>	<i>11</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>1.</b> Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР	30	+	+	+	+	+	5	6	ЛК, СР	Зачет
<b>2.</b> Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.	33	+	+	+	+	+	5	6,6	ЛК, ЛР, СР	Зачет, КР
<b>3.</b> Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР	37	+	+	+	+	+	5	7,4	ЛК, ЛР, СР	Зачет, КР
<b>всего часов</b>	<b>108</b>	<b>21,6</b>	<b>21,6</b>	<b>21,6</b>	<b>21,6</b>	<b>21,6</b>	<b>5</b>	<b>21,6</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Потемкин А. Компас-3D V6 Plus. Практическое руководство: проектирование и разработка конструкторской документации в чертежно-конструкторском модуле системы КОМПАС-3D V6 Plus / А. Потемкин - Москва : Лори, 2005. - 283 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
<b>Основная литература</b>				
1.	Трофимов А.А. Системы автоматизированного проектирования: учебное пособие / А. А. Трофимов, И. М. Ефремов, В. В. Жмуров. - Братск: БрГУ, 2015. - 112 с. - Б. ц.	ЛР КР СР	17	1
2.	Глотов, В.А. Теория, конструкции и проектирование подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования : учебное пособие / В.А. Глотов, А.В. Зайцев, А.П. Ткачук. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 146 с. : ил., схем, табл. – Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8715-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450596">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450596</a>	ЛР КР СР	ЭР	1
3.	Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ А.В. Приемышев [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/90060">http://e.lanbook.com/book/90060</a>	ЛР СР	ЭР	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Норенков И.П./Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И. П. Норенков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МГТУ, 2002. - 336 с. - (Информатика в техническом университете).	Лк СР	101	1
5.	Шелофаст В.В./Основы проектирования машин. Примеры решения задач: учебно-методический комплекс / В. В. Шелофаст, Т. Б. Чугунова. - Москва: АПМ, 2004. - 240 с.	ЛР КР СР	71	1
6.	Потемкин А. Компас-3D V6 Plus. Практическое руководство: проектирование и разработка конструкторской документации в чертежно-конструкторском модуле системы КОМПАС-3D V6 Plus / А. Потемкин - Москва : Лори, 2005. - 283 с.	Лк ЛР КР СР	29	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).

2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к лабораторным работам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Лабораторные работы выполняются группами из 2-3 человек.

Отчеты по лабораторным работам должны содержать:

1. Цель работы.
2. Задание.
3. Принципиальная схема работы лабораторной установки.
4. Поэтапное выполнение задания.
5. Заключение.

При подготовке к зачету (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- для овладения знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомле-

ние с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- для закреплeния и систематизации знаний: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- для формирования умений: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно-экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа осуществляется индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.**

### **Лабораторная работа №1.**

Тема: Проектировочный расчет косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления

Цель работы: выполнить проектировочный расчет косозубой зубчатой передач внешнего зацепления.

Порядок выполнения:

1. Выбор типа передачи.
2. Выбор типа расчета: проектировочный или проверочный.
3. Задание основных параметров.
4. Задание дополнительных параметров (если необходимо).
5. Задание графика режима работы (если по условию передача работает в нестандартном режиме).
6. Выполнение расчета.
7. Просмотр результатов расчета.
8. Генерация чертежа спроектированной передачи.
9. Вывод результатов расчета на печать.
10. Вывод результатов расчета в файл формата \*.rtf.

### **Задача**

Выполнить проектировочный расчет однопоточной косозубой зубчатой передачи внешнего зацепления со следующими параметрами:

- момент на выходе — 800 Н·м;
- частота вращения выходного вала — 120 об/мин;
- передаточное число — 3,15;
- ресурс — 20000 часов;
- термообработка зубчатых колес — закалка ТВЧ до твердости 50 HRC;
- режим работы — нестандартный, задается пользователем;

- расположение шестерни относительно опор вала — симметричное.
- Кроме того, требуется обеспечить заданное межосевое расстояние — 120 мм.

## Решение

1. Выбор типа передачи.



Нажимаем кнопку «Выбор типа передачи» (меню Тип/Передачи) и в открывшемся диалоговом окне «Выберите тип передачи» выбираем «Косозубая внешнего зацепления».

2. Выбор типа расчета.

В меню Тип/Расчета выбираем «Проектировочный».

3. Задание основных параметров.



Нажимаем кнопку «Ввод исходных данных» (меню Данные) и в поля ввода открывшегося диалогового окна «Основные данные» записываем запрашиваемые параметры в соответствии с исходными данными (кроме значения требуемого межосевого расстояния):

- «Момент на выходе» — 800 [Н·м];
- «Обороты на выходе» — 120 [об/мин];
- «Передаточное число» — 3.15;
- «Требуемый ресурс» — 20000 [час];
- «Число зацеплений» для шестерни — 1;
- «Число зацеплений» для колеса — 1.

Из выпадающего списка «Термообработка» для шестерни и колеса выбираем «Закалка».

Из выпадающего списка «Режим работы» выбираем «Задан пользователем» (о задании графика режима работы подробно рассказано в п. 5).

Из выпадающего списка «Крепление шестерни на валу» выбираем «Симметрично».

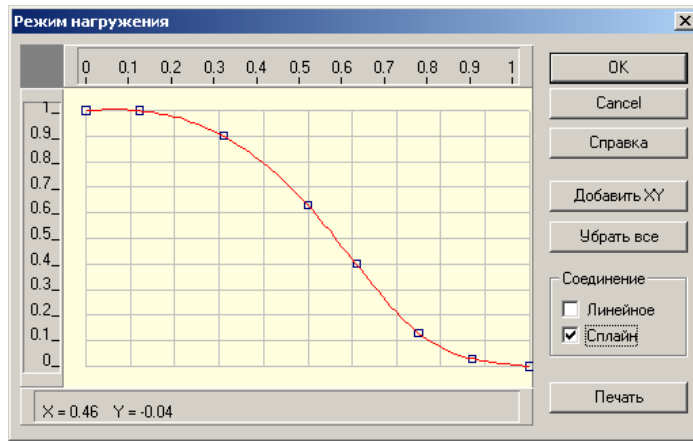
4. Задание дополнительных параметров.

Задание межосевого расстояния. Для задания требуемого межосевого расстояния нажимаем кнопку «Еще...» в окне «Основные данные» и в соответствующем поле ввода открывшегося диалогового окна «Дополнительные данные» вводим значение требуемого межосевого расстояния. Поля с остальными параметрами оставляем незаполненными (нулевыми).


Задание коэффициента смещения инструмента. По умолчанию в соответствующем поле стоит значение 0, т. е. предполагается, что нарезание происходит без смещения. После закрытия диалогового окна «Дополнительные данные» программа запрашивает, оставлять ли это значение или автоматически подобрать коэффициент смещения для шестерни и колеса (исходя из того, что по условию значение межосевого расстояния есть целое число).

5. Задание графика режима работы.


После закрытия диалоговых окон с данными (основными и дополнительными) откроется диалоговое окно «Режим нагружения». В плоскости этого окна вводим координаты точек графика режима работы, а затем выбираем тип их соединения, в данном случае «Сплайн».



6. Выполнение расчета.

Нажимаем кнопку «Расчет»  (меню «Расчет»). После окончания расчета становится активной кнопка «Результаты» (меню «Результаты»).

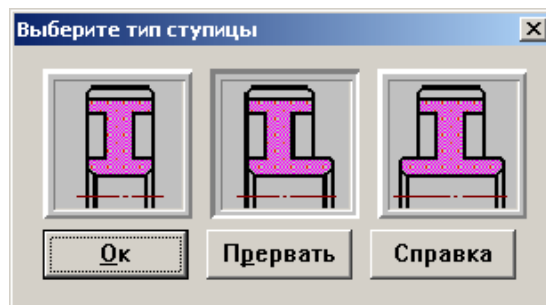
7. Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета нажимаем кнопку «Результаты»  (меню «Результаты»). В открывшемся диалоговом окне «Результаты» необходимо указать флажками те виды результатов, которые интересуют пользователя (основные результаты, параметры материала, силы в зацеплении и т.д.), и нажать кнопку «Продолжить» для последовательного просмотра выбранных результатов.

8. Генерация чертежа спроектированной передачи.

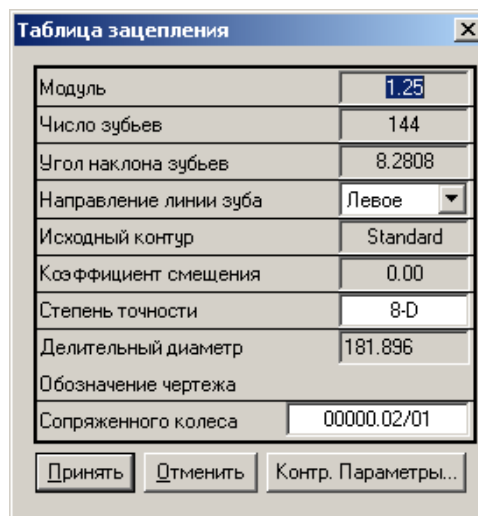
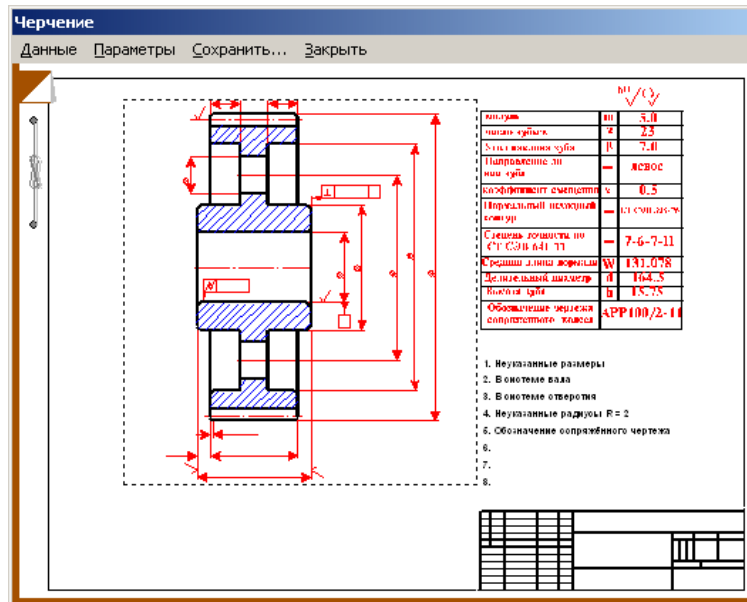
В диалоговом окне «Результаты» флажком отмечаем пункт «Чертеж...». После нажатия кнопки «Продолжить» выбираем, какой из элементов передачи (ведущий или ведомый) требуется начертить. В открывшемся при этом диалоговом окне «Черчение» необходимо сделать некоторые настройки.

Выбор типа ступицы. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области изображения колеса (меню Данные/Исполнение...) вызывает открытие диалогового окна «Выберите тип ступицы». Тип ступицы зубчатого колеса выбираем щелчком на одной из трех кнопок этого окна.

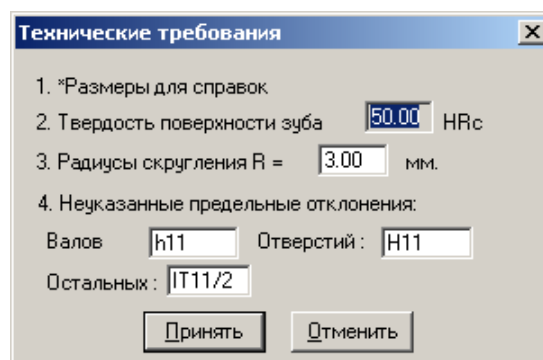


Задание параметров зацепления. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области таблицы параметров (меню Данные/Таблица зацепления...) вызывает открытие диалогового окна «Таблица зацепления». Пользователь может изменить значения параметров, записанные в полях с белым фоном. Нажатием кнопки «Контр. Параметры» можно добавить в таблицу соответствующие контрольные параметры колеса.

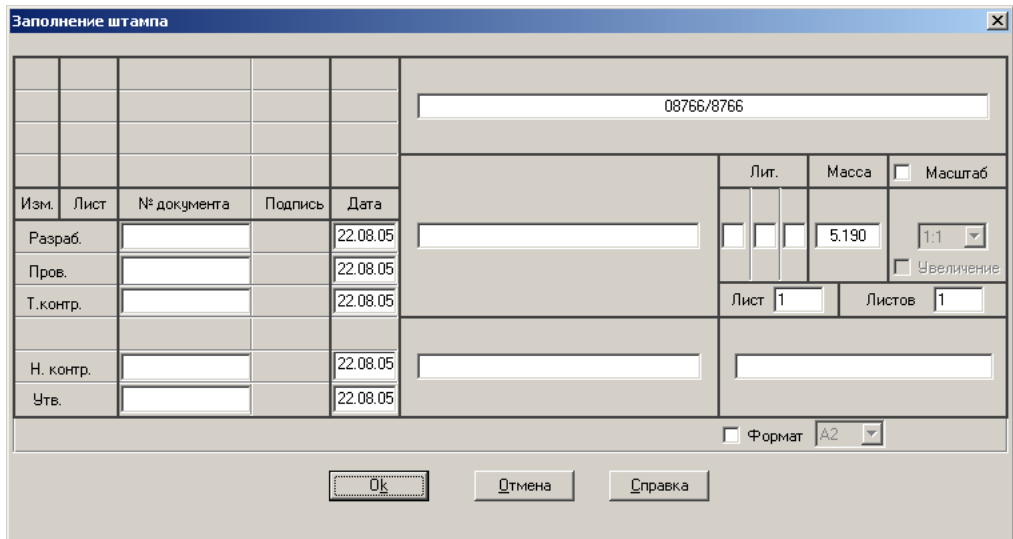




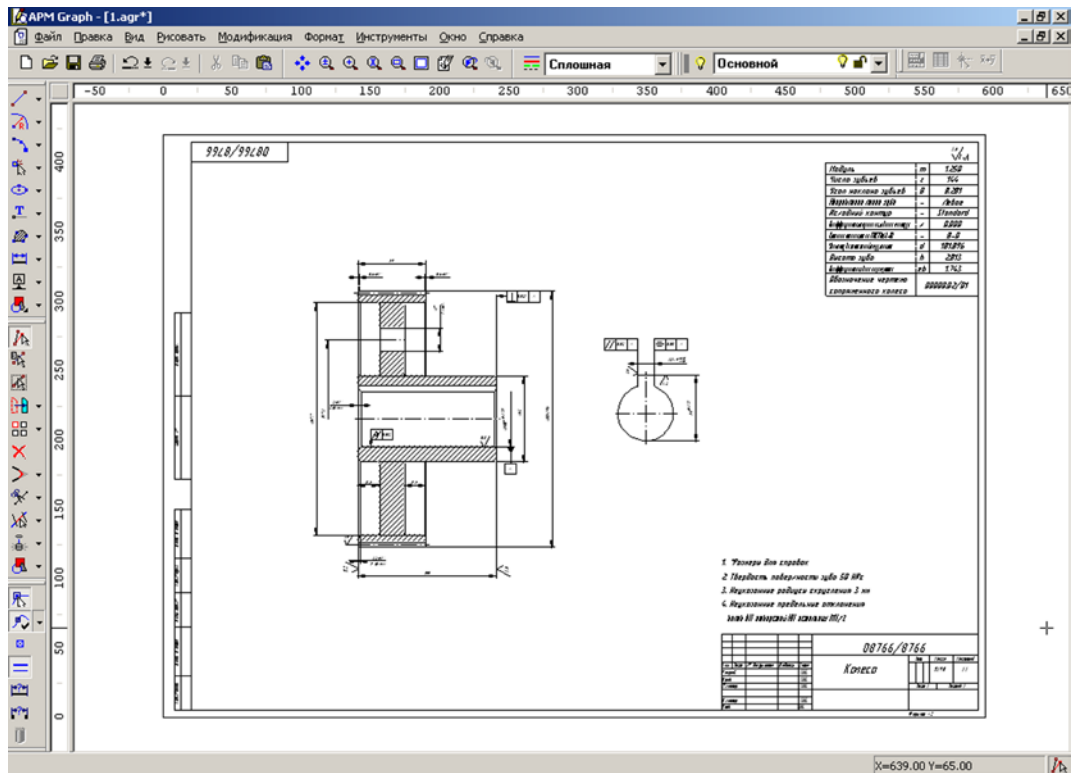
Задание технических требований. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в области списка с техническими требованиями (меню Данные/Технические требования...) вызывает открытие диалогового окна «Технические требования». Пользователь может изменить параметры, записанные в полях с белым фоном.



Заполнение штампа. Двойным щелчком левой кнопкой мыши в области штампа чертежа (меню Данные/Штамп...) открываем диалоговое окно «Заполнение штампа», в полях ввода которого можно указать фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т.п.




Сохранение чертежа. Для завершения генерации чертежа необходимо в окне «Черчение» (меню Сохранить...) сохранить этот чертеж как файл с расширением \*.agr. После этого произойдет запуск плоского графического редактора APM Graph, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного зубчатого колеса.



#### 9. Вывод результатов расчета на печать.

Для вывода результатов расчета на печать нужно нажать в основном окне программы

кнопку «Печать»  (меню Файл/Печать) и в открывшемся диалоговом окне «Выбор результатов для печати» отметить флажками те результаты, которые требуется вывести на печать.

#### 10. Вывод результатов расчета в файл формата \*.rtf.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата \*.rtf, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата \*.rtf следует выбрать в меню Файл/Сохранить... тип файла \*.rtf и сохранить файл в этом формате.

Форма отчетности:

Отчет.

### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5,6] из раздела 7.

### Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Назовите основные приложения КОМПАС-ГРАФИК.
- 2) Каковы общие рекомендации при создании чертежа на компьютере?
- 3) В чем заключается особенность создания сборочных чертежей в системе КОМПАС-ГРАФИК.

### Лабораторная работа №2.

Тема: Проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора.

Цель работы: выполнить проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора.

Порядок выполнения:

1. Создание кинематической схемы редуктора.
2. Ввод исходных параметров редуктора.
3. Выполнение расчета базового варианта редуктора.
4. Просмотр результатов расчета.
5. Корректировка конструктивных параметров элементов редуктора.
6. Расчет откорректированного варианта редуктора.
7. Просмотр результатов расчета и генерация чертежей отдельных элементов.
8. Генерация чертежей спроектированного редуктора.
9. Вывод результатов расчета на печать и в формат \*.rtf.

### **Задача**


Выполнить проектировочный расчет двухступенчатого цилиндрического редуктора со следующими параметрами:

- момент на выходе — 2000 Н·м;
- частота вращения выходного вала — 20 об/мин;
- передаточное число — 15;
- ресурс — 10000 часов;
- типы зубчатых передач — косозубые внешнего зацепления;
- термообработка зубчатых колес — закалка ТВЧ до твердости 50 HRC;
- расположение шестерни относительно опор вала — симметричное;
- материал валов — Сталь 40;
- тип подшипников — роликовые радиально-упорные;
- схема установки подшипников — Схема «О»;
- режим работы — постоянный.

### **Порядок решения.**


#### **Создание кинематической схемы редуктора.**

Кинематическая схема редуктора состоит из передающих элементов (зубчатых передач), валов и подшипников. Программный модуль **APM Drive**, предназначенный для расчета элементов кинематических схем, является средой, объединяющей модули **APM Trans**, **APM Shaft** и **APM Bear** и использующей все их возможности по заданию параметров и выводу результатов расчета соответствующих элементов схемы.


1.1. **Создание валов.** Задание кинематической схемы начинаем с создания валов. Пусть для примера это будут «вертикальные» валы. Нажимаем кнопку «**Вертикальный вал**»  на инструментальной панели «**Валы**» (меню **Вставка/Вал/Вертикальный**), а за-

тем, нажав левую кнопку мыши, изображаем вал «вытягиванием» линии в вертикальном направлении. Вытягивать линию можно или сверху вниз, или снизу вверх. Таким образом создаем три вертикальных вала: входной, промежуточный и выходной вал.


1.2. **Моделирование зубчатых передач.** После создания валов размещаем на них зубчатые передачи. В рассматриваемой задаче необходимо использовать косозубые передачи внешнего зацепления, следовательно, нажимаем на инструментальной панели «**Передачи**»

кнопку «**Косозубая внешнего зацепления**»  (меню **Вставка/Передача/Косозубая внешнего зацепления**). Затем, нажав левую кнопку мыши, «вытягиваем» штриховую линию до другого вала до тех пор, пока не появится динамический объект в виде прямоугольника. Если теперь отпустить левую кнопку мыши, то вместо прямоугольника схематично отрисуются зубчатая передача. Аналогично создаем вторую зубчатую передачу.

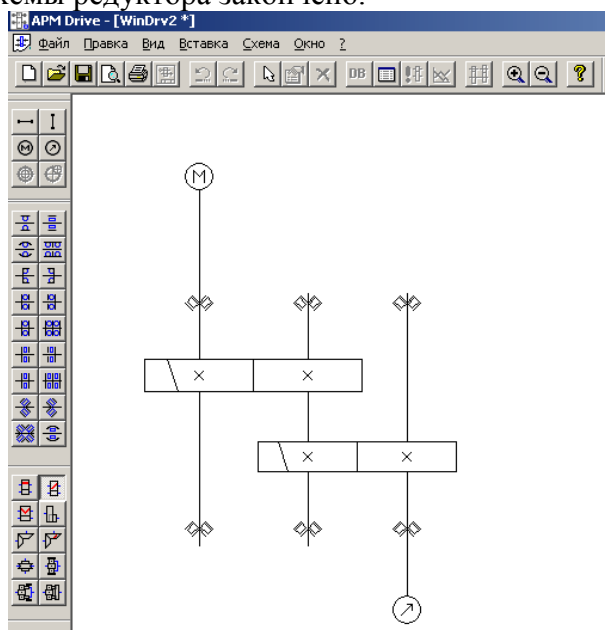
1.3. **Размещение подшипников.** На каждом из валов кинематической схемы необходимо расположить как минимум два подшипника. Для задания роликового радиально упорного подшипника нажимаем на инструментальной панели «**Подшипники**» кнопку «**Радиально-упорный роликовый (левый)**»

 (меню **Вставка/Подшипник/Радиально-упорный роликовый (левый)**), и перемещаем курсор в то место, где на валу будет установлен подшипник (до появления динамического объекта в виде небольшого прямоугольника). Для фиксации места установки подшипника щелкаем левой кнопкой мыши. На одной стороне вала следует установить левые подшипники, а на другой стороне — правые, в зависимости от схемы установки «Схема О» или «Схема Х». В нашей задаче левый подшипник должен находиться в верхней части валов.

1.4. **Указание входа и выхода схемы.** На входе кинематической схемы (на одном из концов входного вала) устанавливаем значок — условное обозначение «мотора». Для этого


нажимаем на инструментальной панели «**Валы**» кнопку «**Входной вал**»  (меню **Вставка/Вал/Входной вал**), затем подводим курсор к одному из концов входного вала и, после появления на конце вала динамического объекта в виде небольшого квадратика, щелкаем левой кнопкой мыши для его установки. Аналогичным способом устанавливаем условное обозначение «нагрузки» на выходном валу редуктора. Для этого нажимаем на инструментальной

панели «**Валы**» кнопку «**Выходной вал**»  (меню **Вставка/Вал/Выходной вал**). На этом задание кинематической схемы редуктора закончено.




1.5. **Редактирование элементов кинематической схемы.** Если возникает необходимость в изменении местоположения отдельных элементов кинематической схемы, их удале-


нии или замены одних типов элементов другими, то такие элементы следует предварительно выделить. Для выделения нажимаем на инструментальной панели «Основная» кнопку «Вы-

делить»  (меню **Правка/Выделить**), а затем щелкаем на выделяемом элементе левой кнопкой мыши — этот элемент выделится.

С выделенными элементами возможно проведение следующих действий:


- Удаление — для этого следует нажать на панели инструментов «Основная» кнопку

«Удалить»  (меню **Правка/Удалить**).

- Изменение их положения — для этого подводим курсор к выделенному элементу, и, когда курсор приобретает вид , и, нажав левую кнопку мыши переместить этот элемент схемы. Данная операция применима к передачам и подшипникам — позволяет их сместить вдоль вала, или к отдельному валу — в любом направлении. Остальные элементы на валу, подшипники — сместятся вместе с валом, передачи останутся на месте, но их размер отрисовки — изменится.


- Изменение размеров валов. При выделении вала на нем выделяются начало и конец. Начало отмечается белым квадратиком, конец — черным. Пользователь имеет возможность изменить положение конца вала в направлении его оси. Для изменения размера вала подводим курсор к черному концу выделенного вала, и когда курсор приобретает вид двунаправленной стрелки, нажав левую кнопку мыши переместить конец вала.

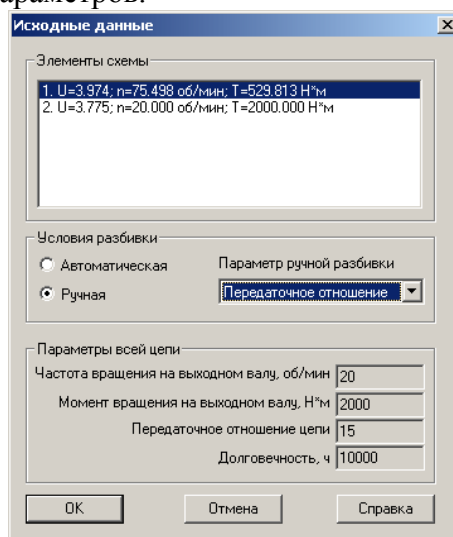
### Ввод исходных параметров редуктора.

Для ввода исходных данных редуктора следует на панели инструментов «Основная» нажать кнопку «Начальные данные»  (меню **Схема/Начальные данные**), после чего откроется диалоговое окно «Начальные данные», в котором необходимо ввести исходные данные проектируемого редуктора в соответствующие поля ввода.

- В поле ввода «Момент на выходе, Н\*м» вводим — **2000**;
- В поле ввода «Частота вращения на выходе, об/мин» вводим — **20**;
- В поле ввода «Передаточное число» вводим — **15**;
- В поле ввода «Долговечность, час» вводим — **10000**.

В принципе этих данных достаточно для проведения проектировочного расчета редуктора. Разбиение общего передаточного отношения по ступеням — произойдет автоматически. Но у пользователя есть возможность просмотреть его и изменить. Для его корректировки следует на панели инструментов «Основная» нажать кнопку

«Ручная разбивка»  (меню **Схема/Ручная разбивка**), после чего откроется диалоговое окно «Исходные данные», в котором есть возможность изменить один из кинематических параметров.



Исходные данные

Элементы схемы

1.	U=3.974; n=75.498 об/мин; T=529.813 Н*м
2.	U=3.775; n=20.000 об/мин; T=2000.000 Н*м

Условия разбивки

Автоматическая      Параметр ручной разбивки

Ручная     

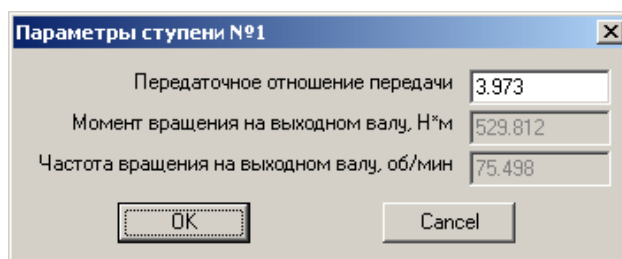
Параметры всей цепи

Частота вращения на выходном валу, об/мин	<input type="text" value="20"/>
Момент вращения на выходном валу, Н*м	<input type="text" value="2000"/>
Передаточное отношение цепи	<input type="text" value="15"/>
Долговечность, ч	<input type="text" value="10000"/>

OK      Отмена      Справка


В верхней части этого окна показываются те параметры элементов схемы, которые предлагает данный модуль, но у пользователя есть возможность любой из этих параметров. Для этого необходимо в группе параметров *Условия разбивки* выбрать **Ручная** и, затем из выпадающего списка *Параметр ручной разбивки* выбрать тот параметр, который пользователь хочет изменить.

Для изменения этого параметра следует в списке *Элементы схемы* выбрать ту ступень, для которой будет задан выбранный параметр (строка в таблице выделится), а затем сделать на ней двойной щелчок левой кнопкой мыши. После этого откроется диалоговое окно «**Параметры ступени №1**», в котором можно будет задать свое значение выбранного параметра.




В этом окне будет активным поле выбранного параметра, значения которого могут быть изменены. После изменения какого-либо параметра, все кинематические параметры схемы редуктора немедленно будут пересчитаны.

#### **Выполнение расчета базового варианта редуктора.**

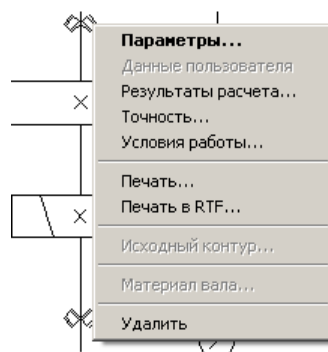
Нажимаем на панели инструментов «**Основная**» кнопку «**Расчет**»  (меню **Схема/Расчет**»).

В процессе расчета производится расчет передач выбранного пользователем типа, по результатам расчета передач будут сконфигурированы валы, состоящие из цилиндрических секций, таким образом, чтобы коэффициент запаса по усталостной прочности каждого из валов был бы не ниже 1,5. По диаметру участков вала, которые отведены под подшипники, подбираются подшипники из базы данных указанного типа различных серий с проверкой их по долговечности. В том случае, если по диаметру сконфигурированного вала не удалось найти подшипник из базы данных, или найденный подшипник не обеспечивает заданную долговечность, то пользователю выдается соответствующее сообщение с выделением тех подшипников, с которыми возникли подобные проблемы.

После окончания расчета при выборе элемента схемы у пользователя станет активной на панели инструментов «**Основная**» кнопка «**Результаты**»  (меню **Схема/Результаты расчета**»).

#### **Просмотр результатов расчета.**

Для просмотра результатов расчета следует выделить тот элемент схемы, по которому пользователь хочет просмотреть результаты. Для просмотра результатов удобнее использовать контекстное меню, вызываемое щелчком по какому-либо элементу правой кнопкой мыши. Элемент при этом выделять не обязательно.



В зависимости от элемента схемы из контекстного меню могут быть выбраны следующие пункты:

**Параметры...** — открывают окно задания исходных данных:

- В модуле **APM Trans** — диалоговое окно «Основные параметры»;

- В модуле **APM Shaft** — окно редактора с геометрией вала;

- В модуле **APM Bear** — окно задания геометрии подшипника.

**Данные пользователя** — этот пункт становится активным и возле него проставляется флажок, если пользователь изменил какие-то из данных, устанавливаемых по умолчанию.

**Результаты расчета...** — открывают окно результатов расчета в зависимости от того модуля, результаты расчета по которому пользователь хочет просмотреть.

**Точность...** — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на подшипнике и вызывает открытие диалогового окна «Точность изготовления», позволяющая задать/изменить параметры точности подшипника.

**Условия работы...** — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на подшипнике и вызывает открытие диалогового окна «Условия работы», позволяющая задать/изменить параметры нагрузки подшипника.

**Печать...** — открывают стандартное окно задания параметров печати в модуле **APM Shaft** или окно выбора данных для печати в модулях **APM Trans** и **APM Bear**.

**Печать в RTF...** — открывают стандартное окно сохранения файла в формате \*.rtf в модуле **APM Shaft** или окно выбора данных для печати и сохранения в файл формата \*.rtf в модулях **APM Trans** и **APM Bear**.


**Исходный контур...** — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню на зубчатой передаче и вызывает открытие диалогового окна «Исходный контур», позволяющая задать/изменить стандарт, по которому будут производиться расчеты геометрии зубчатых колес.

**Материал вала...** — данный пункт меню будет активным при вызове контекстного меню вала и вызывает открытие диалогового окна «Материал вала», позволяющая задать/изменить параметры материала вала или выбрать материал из базы данных.

**Удалить** — позволяет удалить из схемы выбранный элемент редуктора.

**Корректировка конструктивных параметров элементов редуктора.**

После проведения расчета базового варианта редуктора следует внести в конструкцию элементов некоторые коррективы. Так, обязательно следует добавить концентраторы в виде галтелей или канавок для выхода шлифовального круга в местах перехода от одного диаметра сегмента вала к другому. Если эти концентраторы добавлены не будут, то они не будут учитываться при расчете. Для того, чтобы вызвать на редактирование конструкцию вала, следует в соответствии с п. 4 выделить интересующий вал, а затем нажать на панели инстру-

ментов «Основная» кнопку «Параметры выделенного элемента»  (меню Вид/Параметры) или контекстного меню **Параметры...** и откроется основное окно модуля **APM Shaft**, в котором можно внести необходимые изменения и дополнения в конструкцию вала.

Для того, чтобы внесенные изменения сохранились, следует выйти из основного окна модуля **APM Shaft** выбором в меню **Файл/Выход** и затем подтвердить еще раз выход в открывшемся диалоговом окне. Если выйти из основного окна модуля **APM Shaft** с помощью крестика в правом верхнем углу, то внесенные изменения не сохранятся.

Кроме того, если пользователя не устраивают предлагаемые геометрия зубчатых колес, конфигурация вала, или конкретный тип подшипника, который был подобран в результате расчета, то пользователь имеет возможность ввести ограничения на расчет зубчатых колес, изменить геометрию вала и выбрать тот тип подшипника, который он считает нужным.

После этого, необходимо будет вновь запустить откорректированную схему на расчет.

В том случае, если после проведения расчета было выдано сообщение, что «*Не все подшипники выбраны из базы данных или имеют требуемую долговечность...*», то это означает, что:

- Под предложенный диаметр вала не нашлось в базе данных подходящего подшипника с таким же внутренним диаметром;


- Подшипник найден, но в результате расчета получена его долговечность ниже той, которая задана в исходных данных для всего редуктора.


В обоих случаях следует изменить в сторону увеличения диаметр секции вала на том участке, где будет установлен подшипник. Под больший диаметр вала будет подобран более мощный подшипник, который будет иметь большую долговечность. После внесения всех изменений следует обязательно произвести повторный расчет редуктора.

#### **Просмотр результатов расчета и генерация чертежей отдельных элементов.**

После проведения нового расчета просматриваем результаты расчета в соответствии с п. 4.


Пользователь имеет возможность сгенерировать чертежи отдельных элементов редуктора — зубчатых колес и валов.

Для генерации чертежа зубчатого колеса следует после выбора соответствующей передачи нажать на панели инструментов «Основная» кнопку «Результаты»  (меню **Схема/Результаты расчета**) или в контекстном меню соответствующей передачи выбрать **Результаты расчета...**, затем в открывшемся диалоговом окне модуля **APM Trans** выбрать пункт *Чертеж* (поставить возле него флажок) и нажать кнопку продолжить. Далее поступаем в соответствии с генерацией чертежа зубчатого колеса **APM Trans**.


Для генерации чертежа спроектированного вала следует после выбора соответствующей передачи нажать на панели инструментов «Основная» кнопку «**Параметры выделенного элемента**»  (меню **Вид/Параметры**) или в контекстном меню соответствующей передачи выбрать **Параметры...** Далее, в открывшемся основном окне модуля **APM Shaft** в котором будет показываться конструкция вала, в меню **Файл/Экспорт...** и далее поступаем обычным путем в соответствии с генерацией вала из модуля **APM Shaft**.

Чертеж подшипника может быть взят из базы данных и вставлен в графический редактор **APM Graph**.

#### **Генерация чертежей спроектированного редуктора.**

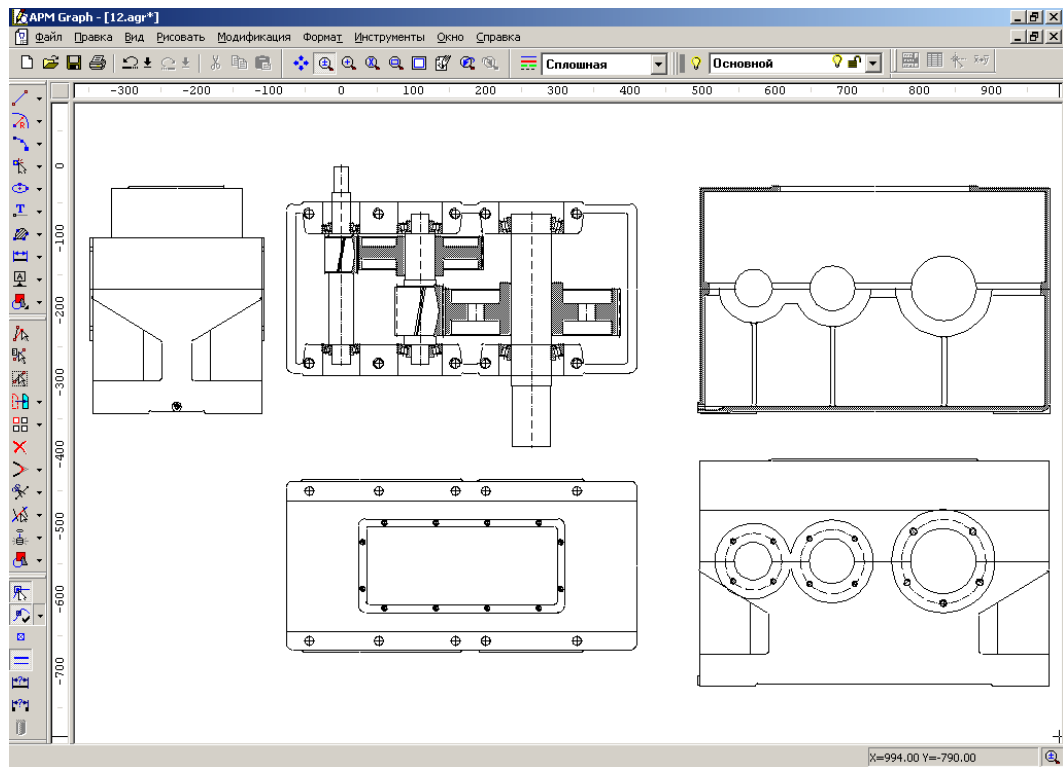
Для генерации чертежа спроектированного редуктора вала нужно на панели инструментов «Основная» основного окна модуля **APM Drive** нажать кнопку «Экспорт»  (меню **Файл/Экспорт**), а затем сохранить чертеж как файл с расширением **\*.agr**. После этого произойдет запуск плоского чертежного редактора **APM Graph**, в окне которого будет показана заготовка сборочного чертежа рассчитанного редуктора (вместе с корпусом), а также различные виды корпуса.

#### **Вывод результатов расчета на печать и в формат \*.rtf.**

Для вывода результатов расчета на печать следует нажать в основном окне программы на панели инструментов «Основная» кнопку «Печать»  (меню **Файл/Печать**) и в открывшемся стандартном диалоговом окне «Печать» выбрать принтер и другие параметры печати. Настройка параметров печати производится с помощью меню **Файл/Параметры печати**.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные и результаты расчета в текстовый файл формата **\*.rtf**, который может быть открыт в большинстве текстовых редакторов. Для вывода результатов в формате **\*.rtf** следует выбрать в меню **Файл/Печать в RTF...**, ввести имя файла, указать его тип — **\*.rtf**, и сохранить файл в этом формате.





Форма отчетности:

Отчет.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5,6] из раздела 7.

Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Какие задачи выполняют ОАП в современном производстве?
- 2) Дайте определение понятию сборочная единица.

### Лабораторная работа №3.

Тема: Расчет вала

Цель работы: Выполнить расчет вала.

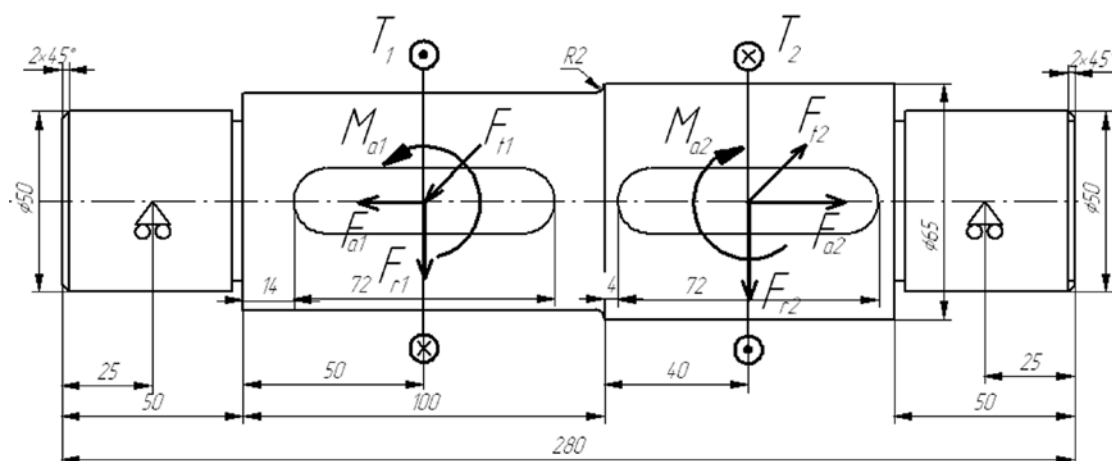
Порядок выполнения:

1. Создание модели вала.
2. Задание опор вала.
3. Задание нагрузок.
4. Задание параметров материала вала.
5. Выполнение расчета.
6. Просмотр результатов расчета.
7. Генерация чертежа вала.
8. Вывод результатов расчета на печать.
9. Вывод результатов расчета в файл формата \*.rtf.

### Задача

Выполнить общий расчет вала (см. рисунок) на усталостную прочность. На вал действуют следующие нагрузки:

- $T_1 = T_2 = 2000 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;
- $F_{r1} = 4,9 \text{ кН}$ ;
- $F_{a1} = 1,87 \text{ кН}$ ;
- $F_{t1} = 13,3 \text{ кН}$ ;
- $F_{r2} = 14,76 \text{ кН}$ ;
- $F_{a2} = 5,6 \text{ кН}$ ;
- $F_{t2} = 40 \text{ кН}$ ;
- $M_{a1} = M_{a2} = 280 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .




Шпоночные канавки взять стандартные, из базы данных.

Материал вала — Сталь 55, частота вращения вала — 200 об/мин; ресурс работы — 20000 часов, режим нагружения — постоянный.

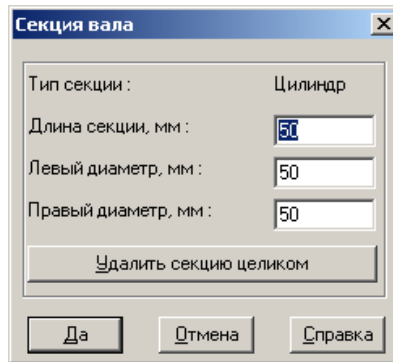
#### Решение

##### 1. Создание модели вала.


1.1. **Создание цилиндрических секций.** Поскольку вал состоит из цилиндрических секций, то достаточно подробно рассмотреть создание только одной из этих секций, например, левой.


Переходим в режим создания цилиндрической секции нажатием кнопки «Цилиндр»  (меню **Задать/Цилиндр**). Курсор приобретает характерный вид цилиндра, причем точное позиционирование производится указателем курсора (в виде крестика). Фиксируем указателем курсора произвольную точку поля редактора, затем нажимаем левую кнопку мыши, и, не отпуская ее, создаем прямоугольник, моделирующий цилиндрическую секцию вала. Текущие размеры прямоугольника (диаметр и длина цилиндрической секции) динамически отображаются на панели статуса.


Гораздо удобнее не следить за текущими размерами секции, а сначала схематически изобразить произвольную секцию, а потом откорректировать ее параметры, т.е. отредактировать созданную секцию. Для этого следует щелкнуть правой кнопкой мыши на созданной секции и изменить параметры, записанные в полях открывшегося диалогового окна.

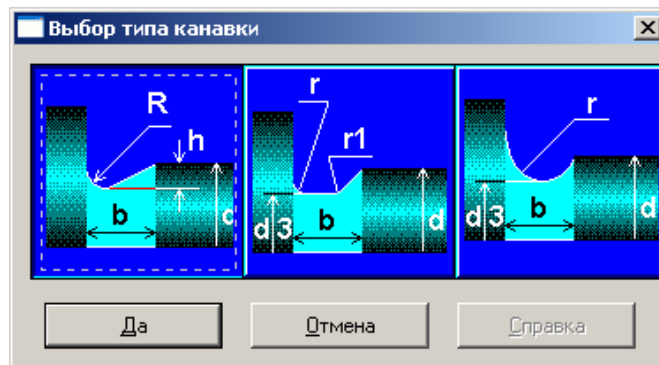


Создание Аналогичным образом создаем остальные три цилиндрические секции вала (в соответствии с размерами), которые автоматически будут соосно пристыковываться к существующей секции

1.2. **Создание на секциях вала фасок.** Для создания фаски следует нажать кнопку «Фаска»  (меню **Задать/Фаска**), а затем щелкнуть указателем курсора (крестиком) вблизи границы сегмента. После этого откроется диалоговое окно «Фаска», в поля которого записываются параметры создаваемой фаски.

1.3. **Создание скруглений (галтелей) на заплечиках вала.** Для создания скругления следует нажать кнопку «Скругление»  (меню **Задать/Галтель**), а затем щелкнуть указателем курсора (крестиком) вблизи границы сегмента. После этого откроется диалоговое окно «Галтель», в поля которого записываются параметры создаваемой галтели.

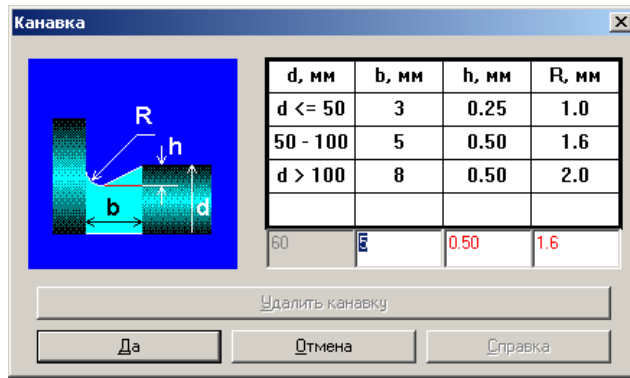
1.4. **Создание канавки для выхода шлифовального круга.** Для создания канавки нужно нажать кнопку «Канавка»  (меню **Задать/Канавка**), а затем щелкнуть крестиком курсора вблизи границы сегмента. После этого откроется окно «Выбор типа канавки» со схематическим изображением трех типов канавок, которые можно создать на валу.




Для выбора типа создаваемой канавки щелкаем левой кнопкой мыши на изображении выбранного типа канавки и нажимаем кнопку «Ок».

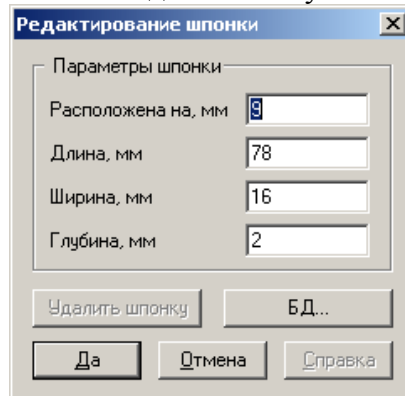
*Замечание.* Следует иметь в виду, что не все типы канавок могут быть созданы на границах цилиндрических сегментов, поэтому, если пользователь выбрал такой тип канавки, который невозможно создать в конкретных условиях, программа выдаст соответствующее сообщение.

После выбора типа создаваемой канавки откроется диалоговое окно «Канавка». В правой части этого окна показывается таблица с соотношениями параметров канавки для различных диаметров валов, а в полях ввода его нижней части показываются (красным цветом) те параметры канавки, которые подходят для этой секции вала. При желании эти значения могут быть изменены. Нажатием кнопки «Ок» заканчиваем создание канавки для выхода шлифовального круга.



1.5. **Создание шпоночных канавок.** В нашем примере на цилиндрической секции вала требуется создать шпоночную канавку длиной 100 мм, закругленную с обоих концов. Для создания таких шпоночных канавок следует вначале нажать кнопку «Закругленная

шпонка»  (меню **Задать/Шпонка/Закругленная с двух сторон**) и установить указатель курсора в точке начала шпоночной канавки (точка определяется приблизительно). Затем нужно нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, создать прямоугольник, длина которого будет примерно соответствовать длине шпоночной канавки. Текущие значения размеров создаваемой шпоночной канавки динамически отображаются на панели статуса. В полях ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование шпонки**» уточняем параметры создаваемой шпоночной канавки (в соответствии с заданным по условию чертежом вала):

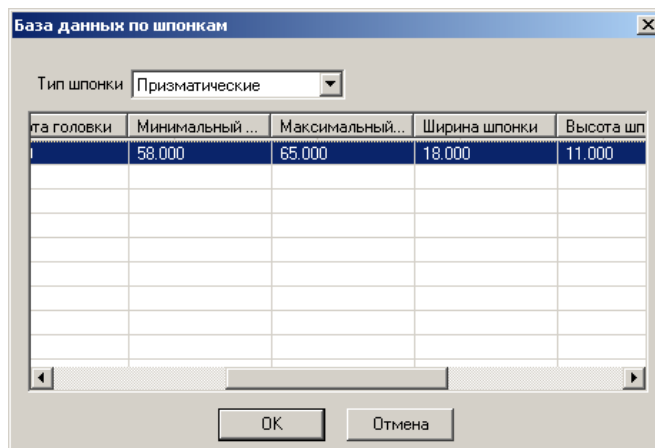


- «**Расположена на, мм**» — вводим **14**;


- «**Длина, мм**» — вводим **72**.

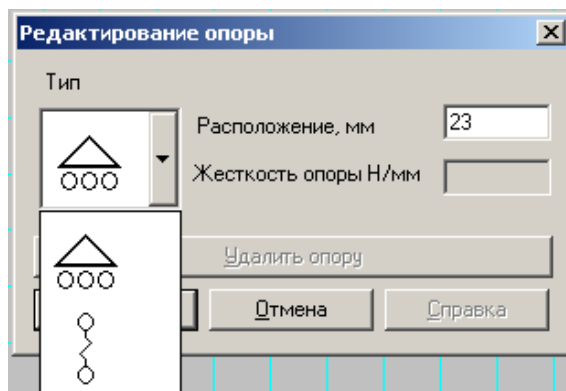
Для получения остальных стандартных размеров шпоночной канавки обратимся к базе данных, для чего нажимаем кнопку «**БД...**». Это приведет к открытию диалогового окна «**База данных по шпонкам**». Если программа предлагает несколько вариантов шпонок, то выбираем один из них. Соответствующие данные выбранной строки автоматически перенесутся в окно «**Редактирование шпонки**», и на валу отрисуеться шпонка со стандартными параметрами.

Аналогичным образом создаем вторую шпоночную канавку.




### Задание опор вала.

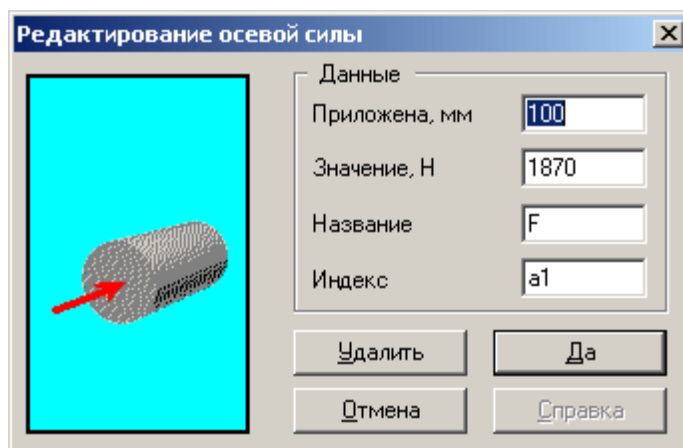
Для задания опор вала переходим в соответствующий режим нажатием кнопки «Опора»  (меню **Задать/Опоры**). Если щелкнуть левой кнопкой мыши вблизи того места, где следует установить опору, то откроется диалоговое окно «**Редактирование опоры**», с помощью которого задаем параметры этой опоры.



Вначале из выпадающего списка выбираем тип опоры (жесткая или упругая), затем уточняем ее расположение (от левого торца вала), и, наконец, задаем жесткость создаваемой опоры (в том случае, если опора упругая). В рассматриваемом примере выбираем жесткую опору, а в поле ввода «**Расположение, мм**» вводим число **25**. Аналогичным образом создаем вторую опору.

### Задание нагрузок.

**Задание осевых сил.** Включаем режим «**Осевая сила**» нажатием соответствующей кнопки  (меню **Задать/Осевая сила**) и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование осевой силы**» записываем параметры и обозначение силы. Рассмотрим задание осевой силы  $F_{a1}$ .



- в поле ввода «**Приложена, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого торца вала до точки приложения осевой силы  $F_{a1}$ );
- в поле ввода «**Значение, Н**» записываем число **1870**, поскольку сила действует в направлении «справа налево»;
- в поле ввода «**Название**» — вводим обозначение **F**;
- В поле ввода «**Индекс**» — вводим обозначение **a1**.


Последние два параметра не являются обязательными, и эти поля ввода могут оставаться пустыми.

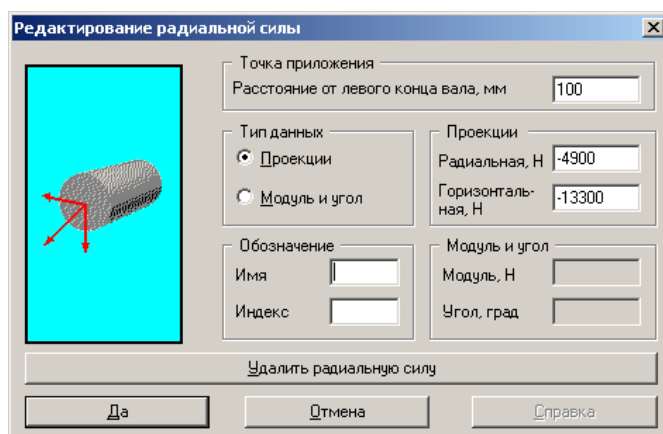
После нажатия кнопки «Ок» осевая сила отобразится на модели вала. Аналогичным образом создаем вторую осевую силу  $F_{a2}$ .

Таким образом, к валу приложены две не равные по величине осевые силы, а опоры не ограничивают перемещение вала в осевом направлении. Поэтому пользователь должен сам решить, какая из опор будет воспринимать результирующую осевую силу, и скомпенсировать эту силу. В нашем примере полагаем, что справа будет установлена опора, воспринимающая осевую нагрузки, поэтому в месте установки правой опоры прикладываем осевую силу, равную по величине алгебраической сумме приложенных к отдельным участкам вала осевых сил, но имеющую противоположный знак. Величина такой компенсирующей силы будет составлять **-3,73 кН**.

*Замечание. Если осевые силы не скомпенсированы, то рассчитать вал не удастся.*

Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

**Задание радиальных сил.** Нажатием кнопки «Радиальная сила»  (меню **Задать/Радиальная сила**) переходим в режим задания радиальной силы и в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование радиальной силы**» записываем параметры и обозначение силы. Рассмотрим задание радиальных сил  $F_{r1}$  и  $F_{r1}$ .




Прежде всего в поле ввода «**Расстояние от левого конца вала, мм**» заносим значение **100**. Затем нужно задать либо модуль и направление равнодействующей радиальных сил (выбрать *Тип данных* — *Модуль и угол*), либо величины проекций этих сил (*Тип данных* — *Проекция*). В нашем примере выбираем *Проекция*. Для задания величин проекций записываем:

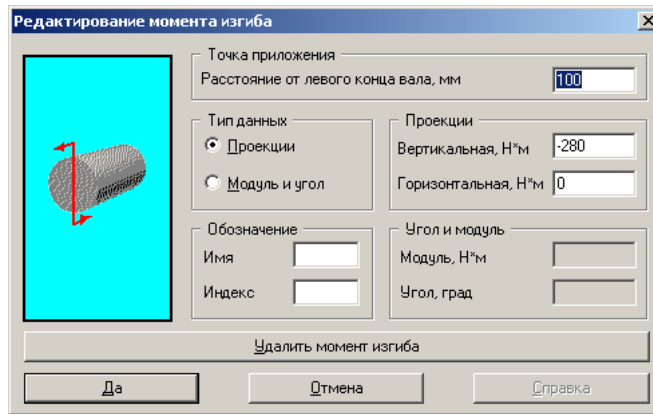
- в поле ввода «**Радиальная, Н**» — **-4900** (поскольку сила направлена вниз);
- в поле ввода «**Горизонтальная, Н**» — **-13300** (поскольку сила направлена «на нас»).

Поля ввода «**Имя**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными.

Аналогичным образом создаем две других радиальных силы,  $F_{r2}$  и  $F_{r2}$ .

Если при отрисовке сил обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

**Задание изгибающих моментов.** Переход в этот режим осуществляется нажатием кнопки «Момент изгиба»  (меню **Задать/Момент изгиба**). В полях ввода открывшегося диалогового окна «**Редактирование момента изгиба**» требуется задать параметры и обозначение момента. Рассмотрим задание изгибающего момента  $M_{a1}$ .



Для задания точки приложения силы в поле ввода «**Расстояние от левого конца вала, мм**» вводим **100**.


Затем нужно задать либо модуль и направление суммарного изгибающего момента (выбрать *Тип данных* — *Модуль и угол*), либо величины проекций этих изгибающих моментов (*Тип данных* — *Проекция*). В нашем примере выбираем *Проекция*. Для задания величин проекций записываем:

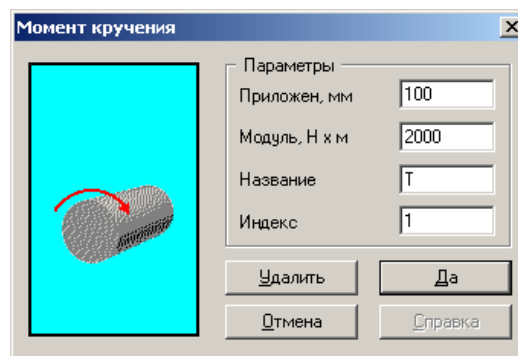
- в поле ввода «**Вертикальная, Н\*м**» — **-280**;
- в поле ввода «**Горизонтальная, Н**» — **0**.

Поля ввода «**Название**» и «**Индекс**» оставляем незаполненными.

Аналогичным образом создаем изгибающий момент  $M_{a2}$ .

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

**Задание крутящих моментов.** Переходим в соответствующий режим нажатием кнопки «**Момент кручения**»  (меню **Задать/Момент кручения**) и в полях ввода открывшегося диалогового окна «**Момент кручения**» записываем параметры и обозначение момента. Рассмотрим задание момента кручения  $T_1$ .




- в поле ввода «**Приложен, мм**» записываем значение **100** (расстояние от левого торца вала до точки приложения крутящего момента);
- в поле ввода «**Модуль, Н x м**» — **2000**;
- в поле ввода «**Название**» — **T** (но можем оставить незаполненным);
- в поле ввода «**Индекс**» — **1** (также можем оставить незаполненным).

Аналогичным образом создаем изгибающий момент  $T_2$ .

Если при отрисовке моментов обнаружится, что они имеют направление, противоположное заданному, то следует вызвать соответствующее окно щелчком правой кнопки мыши и изменить знак силового фактора.

**Задание параметров материала вала.**

Задать материал вала можно двумя способами: вводом заданных параметров или выбором материала из базы данных. Для того чтобы ввести известные параметры материала,

нужно нажать кнопку «**Материал**»  (меню **Материал/Параметры...**). Параметры материала заносятся в поля ввода открывшегося диалогового окна «**Материал вала**». Если марка материала выбирается из базы, то нужно вначале вызвать базу данных нажатием кнопки «**База данных...**», а затем из таблиц выпадающих списков «**Тип**» и «**Группа**» выбрать марку материала. В рассматриваемом примере по условию задана марка стали, из которой изготавливается вал, поэтому выбираем эту марку из базы данных.

### 3. Выполнение расчета.

Для запуска на расчет выбираем меню **Рассчитать!/Общий расчет вала**. В открывшемся диалоговом окне «**Ресурс работы вала**» записываем:

- «**Ресурс работы, [час]**» — **20000**;
- «**Частота вращения вала, [об/мин]**» — **200**.

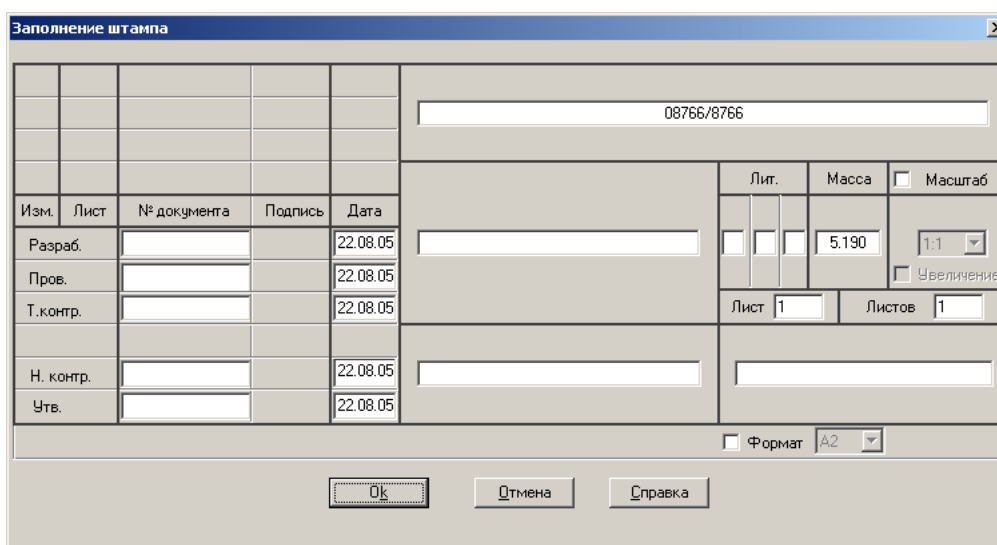
Расчет вала производится после нажатия кнопки «**Ок**».

### 4. Просмотр результатов расчета.

Для просмотра результатов расчета переходим в меню **Результаты...** и в открывшемся окне «**APM Shaft**» выбираем тот вид результатов расчета, который необходимо просмотреть. Если пользователь хочет, чтобы эпюры силовых факторов строились на фоне вала, то нужно оставить установленный по умолчанию флажок напротив опции *Рисовать вал*. В противном случае флажок нужно убрать.

### 5. Генерация чертежа вала.

Для генерации чертежа рассчитанного вала выбираем в диалоговом окне «**Файл**» пункт «**Экспорт...**» и вызываем открытие диалогового окна «**Заполнение штампа**». В поля ввода этого окна можно внести фамилии исполнителей и дату, а также выбрать масштаб чертежа, формат чертежа и т.п.



Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разраб.				22.08.05
Пров.				22.08.05
Т.контр.				22.08.05
Н. контр.				22.08.05
Утв.				22.08.05

08766/8766

Лит.    Масса     Масштаб

5.190    1:1

Увеличение

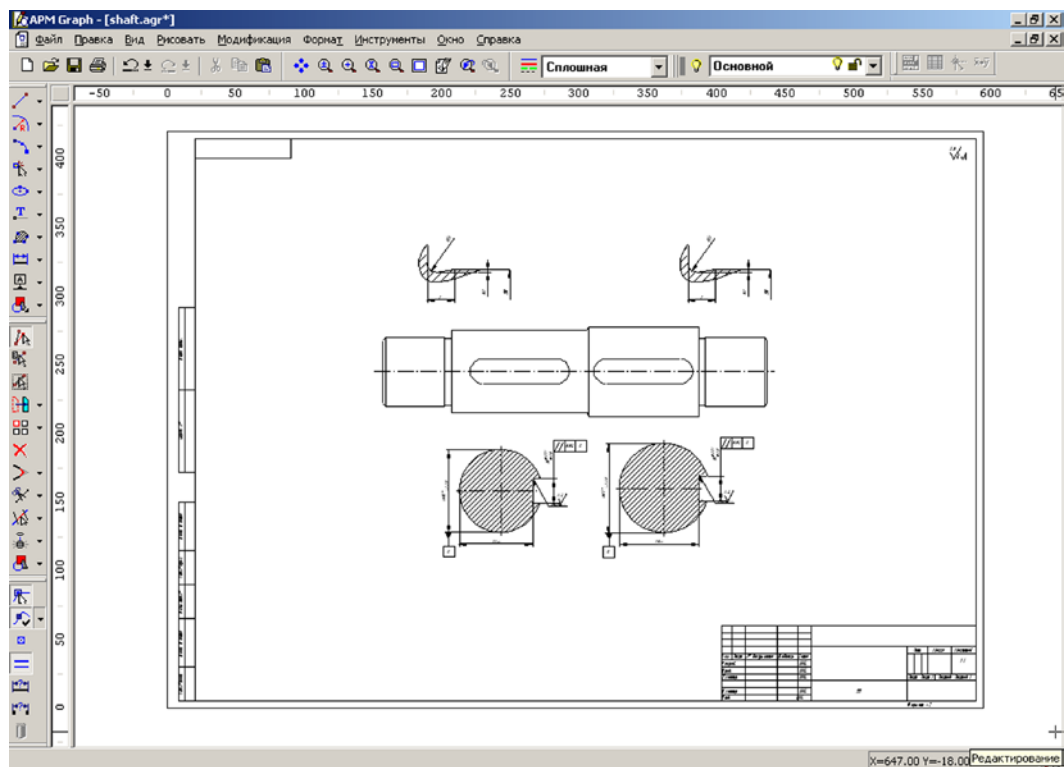
Лист 1    Листов 1

Формат A2

Ок    Отмена    Справка


Для завершения генерации чертежа необходимо сохранить этот чертеж как файл с расширением **\*.agr**. После этого произойдет запуск плоского графического редактора **APM Graph**, в окне которого и будет показан чертеж рассчитанного вала.





#### 6. Вывод результатов расчета на печать.

Для вывода результатов расчета на печать следует нажать в основном окне про-

граммы кнопку «Печать»  (меню **Файл/Печать...**) и в открывшемся стандартном окне «Печать» выбрать один из установленных принтеров и произвести печать.

#### 7. Вывод результатов расчета в файл формата \*.rtf.

У пользователя есть возможность вывести и исходные данные, и результаты расчета в текстовый файл формата \*.rtf, который может быть открыт с помощью большинства современных текстовых редакторов. Для вывода результатов в файл формата \*.rtf следует выбрать в меню **Файл/Печать в RTF файл...** тип файла \*.rtf и сохранить файл в этом формате.

#### Форма отчетности:

Отчет.

#### Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с текстом лекций.
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Основная литература:

[1-4] из раздела 7.

Дополнительная литература:

[5,6] из раздела 7.

#### Контрольные вопросы для самопроверки:

- 1) Каковы общие рекомендации при создании чертежа на компьютере?
- 2) Какие CAD/CAM системы вы знаете?

## 9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Выполнение обучающимися курсовой работы производится с целью:

- 1) систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений;
- 2) углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- 3) формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- 4) формирования умений использовать справочную, нормативную документацию;
- 5) развития творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателем.

Курсовая работа носит практический характер, который состоит из:

- 1) введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы;
- 3) основной части, которая обычно состоит из двух разделов: в первом разделе содержатся теоретические основы разрабатываемого приложения; вторым разделом является практическая часть, которая представлена расчетами, графиками, таблицами, схемами, формулами и т.п.;
- 4) заключения, в котором содержатся выводы и рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы;
- 5) списка используемой литературы;
- б) приложения.

Во введении (объемом 2-3 страницы) раскрывается актуальность и новизна темы, ее научная и практическая значимость, основные направления исследования, формулируются цели и задачи исследования, указываются предмет и объект исследования, а также характеризуются источники и материалы, использованные в процессе исследования.

Основная часть курсовой работы, как правило, состоит из теоретического и практического разделов. Основная часть должна содержать данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненного исследования:

- выбор направления исследования, включающий обоснование принятого направления исследования, метода решения задач и их сравнительную оценку, разработку общей методики исследования;
- теоретические и (или) экспериментальные исследования, включающие определение характера и содержания теоретических исследований, методов исследований;
- обобщения и оценку результатов исследования, включающие оценку полноты решения поставленной задачи

Основную часть курсовой работы следует делить на разделы. Разделы основной части могут делиться на пункты или на подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты. Каждый подпункт должен содержать законченную информацию.

Заключение (объемом не менее 2 страниц) должно содержать итоги работы, выводы, полученные в ходе работы, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов курсовой работы. Заключение должно быть кратким, обстоятельным и соответствовать поставленным целям и задачам.

Оформление курсовой работы: объем отчёта должен составлять 20-30 страниц печатного текста. Следует придерживаться следующих параметров оформления отчёта: формат листа отчёта – А4, размеры полей: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Абзацный отступ – 1,5 см, выравнивание абзаца – по ширине, межстрочный интервал – полуторный. Текст печатается только на одной стороне листа. Страницы должны быть пронумерованы внизу страницы справа. Нумерация страниц – сквозная для всего отчёта, на первом (титальном) листе номер не ставится.

Курсовая работа должна быть правильно оформлена, написана грамотно и аккуратно. Начинать работу нужно с тщательного изучения дисциплины в объеме программы. Далее

необходимо подобрать соответствующий литературный и практический материал. В процессе написания можно привлечь дополнительную литературу. Не возбраняется использование переработанных данных электронных ресурсов. Работа должна быть логичной, научной по своему содержанию; в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного исследования и его результаты.

## 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- Microsoft Imagine Premium (OC Windows 7 Professional);
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition. 1000-1499 Node 1 year Educational Renewal License;
- КОМПАС-3D V13;
- APM WinMachine.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	№ 1- № 3
КР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель, системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD; Системный блок Cel D-315; Системный блок CPU 4000.2*512MB; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433;	-

		Принтер HP LJ P2015	
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Учебная мебель, проектор мультимедийный «CASIO» XJ-UT310WN с настенным креплением CASIO YM-88 Интерактивная доска Promethean 88 ActivBoard Touch Dry Erase 6 касаний с настенным креплением и программным обеспечением Promethean ActivInspire Монитор 17"LG L1753-SF (silver-blek) Системный блок (AMD 690G,mANX,HDD Seagate 250Gb,DIMM DDR//2*512Mb,DVDRV,FDD	-
СР	ЧЗ-1	Учебная мебель, оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	ФОС
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		
ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.	<b>1. Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР</b>	Вопросы к зачету 1.1-1.26
ПСК-2.8	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.	<b>2. Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.</b>	Вопросы к зачету 2.1-2.19
ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования.		
ПК-11	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.	<b>3. Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР</b>	Вопросы к зачету 3.1-3.13

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<b>1.1</b> Дайте определения следующим понятиям: проектирование, уровень описания объекта, аспект описания объекта, аспект описания объекта, этап проектирования. <b>1.2</b> Составляющие САПР как научно-технической дисциплины. <b>1.3</b> Стадии и этапы проектирования <b>1.4</b> Виды описаний проектируемых объектов. <b>1.5</b> Цели и средства автоматизированного проектирования. <b>1.6</b> Классификация САПР. <b>1.7</b> Выходные, внутренние и внешние параметры Их особенности в моделях проектируемых объектов. <b>1.8</b> Аспекты описаний проектируемых объектов <b>1.9.</b> Подсистемы САПР. <b>1.10</b> Уровни САПР. <b>1.11</b> Внешнее и внутреннее проектирование. Основы определения. Особенности. <b>1.12</b> Цели внутреннего и внешнего проектирования <b>1.13</b> Проектные процедуры. Проектные операции. <b>1.14</b> Классификация типовых проектных процедур. <b>1.15</b> Унификация проектных решений и процедур. <b>1.16</b> Информационное обеспечение САПР. Банки данных. Базы данных. СУБД. <b>1.17</b> Процедуры оптимизации. <b>1.18</b> Вложенность процедур проектирования. <b>1.19</b> Программное обеспечение САПР. <b>1.20</b> Классификация задач конструкторского проектирования. <b>1.21</b> Основные этапы проектирования.	<b>1.</b> Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР
2.	ПСК-2.7	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ.		
3.	ПСК-2.8	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования.		
4.	ПК-10	Способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования.		
5.	ПК-11	Способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.		

			<p><b>1.22</b> Сквозное и параллельное проектирование в машиностроении.</p> <p><b>1.23</b> Составные части этапа проектирования. Стадии, этапы, проектные процедуры и операции.</p> <p><b>1.24</b> Прикладные программы САПР.</p> <p><b>1.25</b> Алгоритм процедуры выбора унифицированного проектного решения.</p> <p><b>1.26</b> Классификация параметров проектируемых объектов.</p> <p><b>2.1</b> Математическое моделирование в САПР.</p> <p><b>2.2</b> Алгоритмизация проектных процедур.</p> <p><b>2.3</b> Геометрическое моделирование.</p> <p><b>2.4</b> Классификация геометрических моделей.</p> <p><b>2.5</b> 2D и 3D графика.</p> <p><b>2.6</b> Solid-модели.</p> <p><b>2.7</b> Моделирование в САПР.</p> <p><b>2.8</b> Имитационное моделирование.</p> <p><b>2.9</b> Синтез форм деталей.</p> <p><b>2.10</b> Методы создания моделей геометрических объектов.</p> <p><b>2.11</b> Проектные решения</p> <p><b>2.12</b> Иерархические уровни (уровни абстрагирования)</p> <p><b>2.13</b> Пример блочно-иерархической структуры представлений об объекте в машиностроении.</p> <p><b>2.14</b> Задачи параметрического синтеза. Виды и особенности.</p> <p><b>2.15</b> Основные этапы оптимального моделирования.</p> <p><b>2.16</b> Параметрическая и структурная оптимизация.</p> <p><b>2.17</b> Критерии качества объекта проектирования.</p> <p><b>2.18</b> Целевая функция и ограничения.</p> <p><b>2.19</b> Технические требования и условия работоспособности, выражаемые односторонними и двухсторонними ограничениями.</p>	<p><b>2.</b> Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на мезоуровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.</p>
--	--	--	---	---

			<p><b>3.1</b> Структура и основные принципы построения системы автоматизации выполнения конструкторской документации.</p> <p><b>3.2</b> Техническое обеспечение САПР.</p> <p><b>3.3</b> Структура САПР.</p> <p><b>3.4</b> Комплекс средств САПР.</p> <p><b>3.5.</b> Основные показатели качества САПР.</p> <p><b>3.6</b> Технический документооборот на предприятии</p> <p><b>3.7</b> Структура конструкторско-технологических служб (КТС) машиностроительного предприятия.</p> <p><b>3.8</b> Информационные связи КТС машиностроительного предприятия.</p> <p><b>3.9</b> Режимы проектирования в САПР.</p> <p><b>3.10</b> Принципы создания САПР.</p> <p><b>3.11</b> Компоненты видов обеспечения САПР</p> <p><b>3.12</b> Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами.</p> <p><b>3.13</b> Автоматизация оформления конструкторской и технологической документации.</p>	<p><b>3.</b> Структурный анализ и параметрическая автоматизация.</p> <p>Информационное обеспечение САПР</p>
--	--	--	---	---

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать:</b> (ОК-1) -основные понятия в сфере наземных транспортно-технологических средств; (ПСК-2.7) - способы построения чертежей деталей любой сложности с необходимыми видами и сечениями, в том числе с использованием компьютерной графики, включая выполнение трехмерных моделей объектов; - правила пользования стандартами и другой нормативной документации; - основные сведения о дискретных структурах, используемых в персональных компьютерах; (ПСК-2.8) - параметры технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования; (ПК-10) - нормы разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-</p>	<p><b>Зачтено</b></p>	<p>оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если студент выполняет чертежи любой сложности, знает правила пользования стандартами и другой нормативной документации, осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства, владеет навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.</p>



<p>технологических средств и их технологического оборудования;</p> <p>(ПК-11)</p> <p>- способы контроля и параметры технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно - технологических машин и технологического оборудования</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>(ОК-1)</p> <p>--обобщать, анализировать, систематизировать информацию в области наземных транспортно-технологических средств;</p> <p>(ПСК-2.7)</p> <p>- выполнять чертежи деталей и сборочных единиц в соответствии с требованиями к конструкторской документации, в том числе с использованием методов трехмерного компьютерного моделирования;</p> <p>- рассчитывать типовые элементы механизмов ПТ СДМ при заданных нагрузках;</p> <p>- пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики</p> <p>(ПСК-2.8)</p> <p>- осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования</p> <p>(ПК-10)</p> <p>- разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</p> <p>(ПК-11)</p> <p>- применить способы контроля к определению параметров технологических процессов производства и эксплуатации</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>(ОК-1)</p> <p>-способностями к абстрактному мышлению, анализу, синтезу в сфере наземных транспортно-технологических средств;</p> <p>(ПСК-2.7)</p> <p>- инженерной терминологией в области производства ПТ СДМ;</p> <p>- методами проектирования ПТ СДМ, в том числе с использованием трехмерных моделей;</p> <p>- методами, алгоритмами и процедурами систем автоматизированного проектирования.</p> <p>(ПСК-2.8)</p> <p>- навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</p> <p>(ПК-10)</p> <p>- навыками разработки технологической документации для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспорт-</p>	<p><b>Не зачтено</b></p>	<p>оценка «не зачтено» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.</p>
--	--------------------------	---

но-технологических средств и их технологического оборудования; (ПК-11) - средствами контроля и измерения параметров технологических процессов.		
--	--	--

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Изучение дисциплины «Системы автоматизированного проектирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования» охватывает круг вопросов, относящихся к производственно –технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР

2. Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метеоуровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.

3. Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР.

Закрепление всех вопросов, рекомендуемых для лабораторных работ, а также при подготовке к зачету, требует основательной самостоятельной подготовки. Учитывая значимость самостоятельной работы, литература, вопросы для самопроверки - в разделах «Лабораторная работа» и «Фонд оценочных средств».

Работа с литературой является обязательной. При этом приветствуется привлечение дополнительных источников из Интернета. В случае возникновения определенных вопросов, обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией как на лабораторных работах, так и во время индивидуальных консультаций.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в виде лекций, лабораторных работ в сочетании с внеаудиторной работой.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Системы автоматизированного проектирования подъемно-транспортных,**  
**строительных, дорожных средств и оборудования**

### 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка будущего инженера к решению профессиональных задач:

- использование прикладных программ расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;
- разработка конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием информационных технологий.

Задачами изучения дисциплины являются:

- раскрытие сущность явлений, имеющих место при конструировании и проектировании современных машин;
- ознакомление с основными положениями САПР;
- изучение основных технических требований к машинам, принципы поиска новых технических решений, принципы моделирования, системы ЕСКД;
- изучение основ методологии математического моделирования на ЭВМ строительных и дорожных машин и механического оборудования;
- ознакомление с принципами построения, функциональными возможностями и особенностями организации информационного, технического, математического и программного обеспечения САПР;
- ознакомление с составом и функциональными возможностями современного программного обеспечения САПР.
- обеспечить приобретение будущими инженерами теоретических знаний и практического опыта по созданию (конструированию) устройств, систем, приводов подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин и оборудования с использованием CAD/CAE/CAM/PDM приложений;
- привить навыки самообразования и самосовершенствования;
- содействие средствами данной дисциплины развитию личностных качеств, определяемых общими целями обучения и воспитания, изложенными в ООП (общей образовательной программе);
- умение учитывать при проектировании особенности конкретных региональных условий и условий работы машин при низких температурах.

### 2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 час., ЛР-34 час., СР – 57 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часа, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. - Общие сведения о проектировании технических объектов. Техническое обеспечение САПР Конструктивные особенности машин, предназначенных для северных условий эксплуатации
2. - Математические модели объектов проектирования. Иерархия применяемых ММ, типичные модели на микроуровне, разновидности моделей на метауровне, структурные модели, анализ и верификация описаний технических объектов.

3. - Структурный анализ и параметрическая автоматизация. Информационное обеспечение САПР.

### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-1 – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ПСК-2.7- способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ;

ПСК-2.8-способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации средств механизации и автоматизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных работ и их технологического оборудования;

ПК-10 - способность разрабатывать технологическую документацию для производства, модернизации, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта наземных транспортно-технологических средств и их технологического и оборудования;

ПК-11 - способность осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и их технологического оборудования.

**4. Вид промежуточной аттестации:** зачет, КР.

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры СДМ №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.,

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(Ф.И.О.)*

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства от «11» августа 2016г. №1022

для набора 2014 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413, заочной формы обучения от «03»июля 2018 г. №413

**Программу составил:**

Лобанов Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры СДМ от «\_\_» декабря 2018г., протокол № \_\_

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой СДМ \_\_\_\_\_ К.Н. Фигура

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией МФ от «\_\_» декабря 2018 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии МФ \_\_\_\_\_ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_