

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

### **Специальность**

«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

### **Основная профессиональная образовательная программа**

«Системы контроля и управления атомными станциями»

### **Квалификация выпускника**

Инженер-физик

### **Форма обучения**

Очная

## Цель освоения учебной дисциплины

Цель преподавания дисциплины: приобретение навыков расчета и конструирования деталей машин общего назначения, наиболее полно отвечающих требованиям потребителя, дающих наибольший экономический эффект и обладающих высокими технико-экономическими и эксплуатационными показателями.

Задачи изучения дисциплины: изучение конструкций, их особенностей, условий работы, методов расчёта и проектирования деталей машин.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

-24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

## Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Детали машин и основы конструирования» изучается студентами на четвертом году обучения и является основанием для всех последующих базовых дисциплин подготовки специалистов.

Детали машин и основы конструирования является завершающей в цикле изучения таких общетехнических дисциплин, как: теоретическая механика; инженерная графика; материаловедение и первичные профессиональные навыки; сопротивление материалов; метрология, стандартизация и сертификация.

При изучении курса «Детали машин и основы конструирования» предъявляются следующие требования к необходимым знаниям, полученным при изучении вышеперечисленных дисциплин, а именно: КПД механизма; мощности (при поступательном и вращательном движении); определение механизма; понятие о твердости материалов; взаимосвязь твердости и прочности материалов; характеристики стали в зависимости от содержания углерода; определение напряжений в материале, виды напряжений; общий расчёт на прочность, виды расчёта на прочность, определение жесткости конструкции, расчёт на жесткость; определение допуска на размер.

После изучения курса «Детали машин и основы конструирования» студент приступает к изучению специальных дисциплин из общепрофессионального и профессионального модуля.

Детали машин и основы конструирования (ДМиОК) – прикладная дисциплина, в отличие от других расчётных курсов - в ДМиОК форме расчётов придаётся инженерный вид.

После освоения данной дисциплины студент сможет полностью или частично продемонстрировать следующие трудовые функции (код и наименование):

- В.7. Разработка проекта по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- В/01.7. Подготовка проектной документации по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- В/02.7. Определение потребности в технических средствах в проектах по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии;
- А/01.6. Выполнение работ по подготовке к проектированию вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: **профессиональные**

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного	ПК-5 Способен формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач	З-ПК-5 Знать: методологию проектной деятельности; жизненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности; У-ПК-5 Уметь: формулировать цели и задачи проекта; В-ПК-5 Владеть: методами анализа результатов проектной дея-

Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	управления ядерно-физическими установками. Ядерно-энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	ПК-6 Способен к конструированию и проектированию узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием и требованиями безопасной работы с использованием средств автоматизации проектирования	тельности З- ПК-6 Знать: требования безопасной работы, предъявляемые к узлам и элементам систем; У- ПК-6 Уметь: конструировать и проектировать элементы систем в соответствии с техническим заданием; В- ПК-6 Владеть: средствами автоматизации проектирования.
--	---	--	--

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование творческого инженерного/ профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(В22)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.	1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров. 2. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**знать** конструкции машин и узлов, их особенности, условия работы, методы расчёта и проектирования деталей и машин общего назначения.

**уметь** конструировать детали и машины наиболее полно отвечающие требованиям потребителя, дающие наибольший экономический эффект и обладающие высокими технико-экономическими и эксплуатационными показателями. Умение конструировать должно базироваться на получении новых знаний о перспективных конструкциях деталей и машин. При конструировании студент должен уметь оценивать проектируемые детали и машины с учетом требований работоспособности, надежности, технологичности, экономичности, ремонтпригодности и экологичности.

**владеть** навыками расчета и конструирования деталей и машин общего назначения, моделированием расчетных задач.

**Структура и содержание учебной дисциплины**

Дисциплина преподается студентам в 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

**Календарный план**

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС/КРС		
1	1	Конструирование. Этапы проектирования. Критерии работоспособности.	6	4	-	-	2	Т1	30
	2	Конструирование корпусных деталей	12	2	-	4	6		
	3	Общие сведения о соединениях. Основы расчёта	34	8	-	12	14		
2	4	Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта	26	8	-	8	10	Т2	30
	5	Оси и валы. Опоры	16	6	-	4	6		
	6	Муфты приводов	14	4	-	4	6		
<b>Всего часов</b>			<b>108/24</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32/24</b>	<b>44</b>		
<b>Всего за аттестацию разделов</b>								<b>60</b>	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>								<b>Зачёт</b>	
<b>Аттестация при зачете</b>								<b>40</b>	

\* - сокращенное наименование формы контроля

\*\* - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование

**Содержание лекционного курса**

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. Тема 1. <i>Конструирование. Этапы проектирования. Критерии работоспособности.</i>	2	[1, 2, 3, 4]

1.История, цели и задачи. Тенденции развития. Термины. 2.Конструирование и проектирование. Этапы проектирования. Требования к конструкции.		
Лекция 2. Тема 1. <i>Конструирование. Этапы проектирования. Критерии работоспособности.</i> 1.Прочность. Нагрузки, действующие на детали. Проектный и проверочный расчеты. Допускаемые напряжения. 2. Контактная и усталостная прочность. 3. Понятия жесткости, износостойкости, теплостойкости, виброустойчивости, коррозионной стойкости.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 3. Тема 2. <i>Корпусные детали.</i> 1. Критерии работоспособности и материал корпусных деталей. 2. Конструирование корпусных деталей.	2	[5, 11]
Лекция 4. Тема 3. <i>Общие сведения о соединениях. Основы расчёта.</i> 1.Общие сведения о шпоночных соединениях. Основы расчета и подбора. 2. Общие сведения о шлицевых соединениях. Основы расчета и подбора.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 5. Тема 3. <i>Общие сведения о соединениях. Основы расчёта.</i> 1.Общие сведения о резьбовых соединениях: применение, достоинства и недостатки, геометрия резьбы. 2. Классификация резьб. 3.Силовые соотношения винтовой пары. Трение в резьбе. 4. Самоторможение винтовой пары. Способы стопорения. 5. Распределение нагрузки по виткам резьбы.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 6. Тема 3. <i>Общие сведения о соединениях. Основы расчёта.</i> 1. Определение момента закручивания гайки. 2. Расчет элементов резьбы на прочность. 3. Расчет крепежных резьбовых соединений: стержень на растяжение, сдвиг, внешняя нагрузка. 4. Материалы резьбовых изделий и допускаемые напряжения.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 7. Тема 3. <i>Общие сведения о соединениях. Основы расчёта</i> 1. Определение сварки, сварных соединений. Область применения и виды сварки. 2. Достоинства и недостатки, типы сварных соединений. Правила конструирования. 3.Расчет сварных соединений и швов.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 8. Тема 4. <i>Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта.</i> 1.Механические передачи. Виды передач. Основные и производные характеристики. 2. Общие сведения о передаче «винт-гайка»: область применения, достоинства и недостатки, классификация.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 9. Тема 4. <i>Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта.</i> 1.Общие сведения о зубчатых передачах. 2. Материалы, термообработка и конструкции зубчатых колес. 3. Виды разрушения и критерии работоспособности зубчатых передач.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 10. Тема 4. <i>Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта.</i> 1. Допускаемые напряжения при расчете зубчатых передач. 2. Основы расчета зубьев по контактным напряжениям и напряжениям изгиба. 3. Конические зубчатые передачи. Общие сведения.	2	[1, 2, 3, 4]
Лекция 11. Тема 4. <i>Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта.</i>	2	[1, 2, 3, 4]

<p><i>вы расчёта.</i></p> <p>1. Общие сведения о червячной передаче. Геометрия и кинематика червячной передачи.</p> <p>2. Критерии работоспособности и основы расчета червячных передач на прочность.</p> <p>3. К.П.Д. и тепловой расчет червячных редукторов.</p>		
<p>Лекция 12. Тема 5. <i>Оси и валы. Опоры.</i></p> <p>1. Назначение, конструкция и классификация осей и валов.</p> <p>2. Критерии работоспособности и расчета.</p> <p>3. Проектный расчет осей и валов.</p> <p>4. Проверочный расчет валов.</p>	2	[1, 2, 3, 4, 6]
<p>Лекция 13. Тема 5. <i>Оси и валы. Опоры.</i></p> <p>1. Общие сведения о подшипниках качения. Система условных обозначений.</p> <p>2. Кинематика и динамика подшипников качения. Критерии работоспособности и подбор подшипников качения по статической грузоподъемности.</p> <p>3. Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности. Особенности расчета радиально-упорных подшипников.</p>	2	[1, 2, 3, 4]
<p>Лекция 14. Тема 5. <i>Оси и валы. Опоры.</i></p> <p>1. Общие сведения о подшипниках скольжения.</p> <p>2. Материалы подшипников скольжения</p> <p>3. Расчет подшипников скольжения.</p>	2	[1, 2, 3, 4]
<p>Лекция 15. Тема 6. <i>Муфты приводов.</i></p> <p>1. Муфты приводов. Назначение, область применения, классификация. Расчетные моменты.</p> <p>2. Глухие муфты, конструкция и основы расчета.</p> <p>3. Упругие муфты. Принцип работы. Конструкция и основы расчета.</p>	2	[1, 2, 3, 4]
<p>Лекция 16. Тема 6. <i>Муфты приводов.</i></p> <p>1. Компенсирующие муфты. Типы несоосности валов. Принцип работы, конструкция и основы расчета.</p> <p>2. Муфты предельного момента. Принцип работы, конструкция и основы расчёта.</p>	2	[1, 2, 3, 4]

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1 раздел		
Расчёт и конструирование шпоночных и шлицевых соединений	2	[7, 9, 10, 11]
Расчет резьбовых соединений	6	[7, 9, 10, 11]
Расчёт сварных соединений	4	[7, 9, 10, 11]
Расчёт деталей турбомашин	4	[11, 12]
2 раздел		
Расчёт передачи «винт-гайка»	2	[7, 9, 10, 11]
Расчёт зубчатой передачи	4	[7, 9, 10, 11]
Расчёт червячной передачи	2	[7, 9, 10, 11]
Расчёт осей и валов	4	[7, 9, 10, 11]
Подбор подшипников и соединительных муфт	4	[7, 9, 10, 11]
Итого	32	

### Задания для самостоятельной работы студентов

Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Основы расчета на усталостную прочность	4	[1, 2, 3, 4, 11]
Конструкции и расчет заклепочных соединений	4	[1, 2, 3, 4, 11]
Основы расчёта клеммовых соединений	4	[1, 2, 3, 4, 11]
Соединения деталей с натягом, основы расчёта	2	[1, 2, 3, 4, 11]
Концентрация напряжений в зубчатых передачах	4	[1, 2, 3, 4, 11]
Сборка редуктора, механических передач, регулировка подшипников	8	[1, 2, 3, 4, 11]
Цепные передачи, общие сведения и основы расчёта	6	[1, 2, 3, 4, 11]
Ременные и фрикционные передачи, общие сведения и основы расчёта	8	[1, 2, 3, 4, 11]
Конструкции и область применения управляемых муфт	4	[1, 2, 3, 4, 11]
Итого	44	

Контроль СРС осуществляется на этапах текущего контроля успеваемости и аттестации разделов в соответствии с п. Календарный план

#### Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 24 часа практических занятий.

Интерактивная практика представляет собой выступление лектора с демонстрацией слайдов (презентация) по темам практических работ в соответствии с п. Календарный план.

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Презентация - один из эффективных способов донесения информации при проведении лекционных занятий. Слайд презентации позволяют эффективно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать информацию, которую несет презентация и его ключевые содержательные пункты.

#### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
2	Конструирование. Этапы проек-	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5	T1 (ПР1-ПР4)

	тирования. Критерии работоспособности.		
3	Конструирование корпусных деталей.	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5	
4	Общие сведения о соединениях. Основы расчёта.	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6.	
5	Механические передачи. Общие сведения. Основы расчёта.	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6.	Т2 (ПР5-ПР8)
6	Оси и валы. Опоры.	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6.	
7	Муфты приводов.	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6.	
Промежуточная аттестация			
8	Зачет	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6.	УО – устный опрос по вопросам к зачету

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### **Перечень вопросов входного контроля**

1. Дайте определения основным тригонометрическим функциям.
2. Определение ускорения.
3. Как направлено нормальное, касательное ускорение точки при вращательном движении?
4. Определение КПД механизма.
5. Определение мощности. Как определяется мощность для поступательного и вращательного движений?
6. Определение механизма.
7. Назначение маховика, его характеристики.
8. Понятие о твердости материалов.
9. Как взаимосвязаны между собой твердость и прочность материалов.
10. Как изменяются характеристики стали в зависимости от содержания углерода.
11. Чем обуславливается выбор материала для изготовления детали?
12. Определение напряжений в материале. Виды напряжений.
13. Расчёт на прочность. Виды расчёта.
14. Определение жесткости конструкции. Расчёт на жесткость.
15. Определение допуска на размер.

Аттестация 1 и 2 разделов осуществляется в ходе проверки решения задач на практических занятиях (ПР) и проведения тестирования (Т).

Тестирование (Т1 и Т2) осуществляется по вопросам, на каждый вопрос представлено несколько ответов, правильный ответ – один.

### **Тест №1**

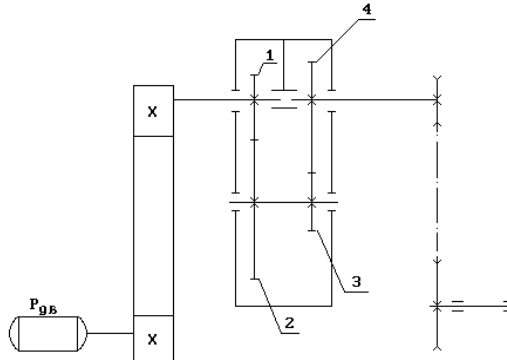
1. Какой виток резьбы гайки в болтовом соединении несет наибольшую нагрузку (считая витки от плоскости прилегания гайки)?  
1) последний 2) нагрузка распределяется равномерно  
3) первые два 4) первые три 5) первый
2. Какой вид соединения рекомендуется применять при относительном движении деталей?  
1) цилиндрической шпонкой  
2) призматической шпонкой  
3) шлицевое соединение  
4) клиновой шпонкой  
5) сегментной шпонкой
3. Вы затягиваете гайку болта резьбового соединения стандартным ключом с усилием 200 Н. Какое усилие затяжки возникает при этом в болте? Выберите значение, которое кажется вам наиболее реальным.  
1) 200Н 2) 1600Н 3) 16000Н



4) 50000Н                      5) 20000Н

4. Почему шестерню зубчатой передачи следует делать с большей твердостью, чем колесо?
- 1) потому что на нее действует большая окружная сила
  - 2) потому что она имеет большее число циклов нагружения
  - 3) потому что она передает меньший крутящий момент
  - 4) ввиду ее малых размеров
  - 5) потому что она имеет меньшее число зубьев

5. Определите крутящий момент (Нм) на валу колеса 4 (см. рис.), зубчатого редуктора, если мощность двигателя  $P_{дв}=10$  кВт, частота вращения  $n_{дв}=1000$  об/мин, передаточные числа: ременной передачи 2,2, редуктора 25; цепной передачи 2; коэффициенты полезного действия ременной передачи 0,96, редуктора 0,9, цепной передачи 0,94. Используйте зависимость  $T=9550 P/n$  (Нм).

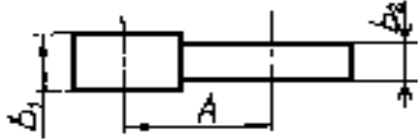


1) 4824 нм                      2) 4282 нм                      3) 3854 нм  
4) 4538 нм                      5) 4220 нм

6. Какой коэффициент учитывает особенности геометрии зубьев косозубых и червячных передач при прочностных расчетах зубчатых передач ?
- 1) коэффициент формы зуба
  - 2) коэффициент динамичности
  - 3) коэффициент концентрации напряжений
  - 4) масштабный коэффициент
  - 5) коэффициент ширины зацепления
7. Определите КПД червячной передачи с однозаходным червяком и коэффициентом диаметра червяка  $q=16$ , если угол трения  $\varphi = 4^\circ$
- 1) 0,8                      2) 0,6                      3) 0,4                      4) 0,5                      5) 0,7
8. Назовите известные вам типы компенсирующих муфт.
- 1) зубчатые, цепные, торовые, МУВП
  - 2) кулачково-дисковые, фланцевые, цепные
  - 3) зубчатые, фланцевые, втулочные, цепные
  - 4) МУВП, втулочные, торовые
  - 5) упругие, торовые, дисковые, фланцевые
9. Почему натяжной ролик следует устанавливать на ведомой ветви ремня, а не на ведущей?
- 1) Чтобы уменьшить на него нагрузку
  - 2) Чтобы увеличить долговечность шкивов
  - 3) Чтобы увеличить долговечность ремня
  - 4) Чтобы снизить натяжение ремня
  - 5) Чтобы перераспределить нагрузку в ремне
10. Какие детали следует использовать при постановке болтов на непараллельные опорные поверхности?
- 1) болты со специальной головкой
  - 2) специальные гайки
  - 3) косые шайбы и пластики
  - 4) сочетание пружинных шайб с плоскими
  - 5) пружинные шайбы

11. По каким напряжениям рассчитывают лобовые швы в инженерной практике?  
 1) смятия                      2) контактным                      3) нормальным  
 4) эквивалентным                      5) касательным
12. Определите                      усилие                      запрессовки                      втулки                      длиной  $L=50$  мм на вал диаметром  $d=40$  мм, если давление в контакте  $p=10$  МПа, а коэффициент трения  $f=0,2$ .  
 1) 25120 Н                      2) 100000 Н                      3) 12560 Н  
 4) 10000 Н                      5) 6280 Н
13. Почему зубчатые колеса при консольном расположении хотя бы одного из зацепляющихся зубчатых колес рекомендуется делать уже, чем в случае их симметричного расположения между опорами?  
 1) для уменьшения габаритов редуктора  
 2) для уменьшения нагрузок на опоры  
 3) для снижения веса редуктора  
 4) потому что это уменьшает неравномерность                      распределения нагрузки  
 5) для улучшения смазки зацепления
14. Тихоходная цилиндрическая прямозубая передача с передаточным числом  $U=4$  должна быть собрана с межосевым расстоянием  $A=100$  мм. Рассчитайте модуль зацепления, при котором это будет возможно ( $Z1=40$ )  
 1) 1,25 мм                      2) 1,75 мм                      3) 2 мм  
 4) 1 мм                      5) 1,5 мм.
15. Какие передачи следует использовать при проектировании привода с передаточным числом 15, если основное требование к нему - бесшумность.  
 1) косозубые                      2) цилиндрические                      3) конические  
 4) червячные                      5) планетарные
16. Определить осевую силу, действующую на опоры червячного колеса, если делительный диаметр червяка 75 мм, крутящий момент на валу червячного колеса 210 Нм, передаточное число 20, КПД передачи 0,7.  
 1) 2200Н    2) 1000Н    3) 2000Н    4) 1800Н    5) 1700Н
17. Установите обозначения подшипников; радиальный шарикоподшипник легкой серии с внутренним диаметром 35 мм, радиальноупорный роликовый подшипник легкой серии с внутренним диаметром 35 мм.  
 1) 207,7307                      2) 207,7207                      3) 307,8207  
 4) 207,8207                      5) 207,7407
18. Определите механизм, который нельзя применять в качестве предохранительного устройства часто перегружаемого механизма.  
 1) фрикционная передача                      2) предохранительная муфта  
 3) храповой механизм                      4) обгонная муфта  
 5) ременная передача
19. На какую глубину завинчиваются винты и шпильки диаметром  $d$  в стальные детали:  
 1)  $(0,5-1,5)d$                       2)  $(1,5-2)d$                       3) более  $1,5d$   
 4)  $(1-1,5)d$                       5)  $(0,5-1)d$
20. Какими преимуществами обладают шлицевые соединения перед шпоночными?  
 1) увеличивается прочность вала  
 2) снижается концентрация напряжений  
 3) большая нагрузочная способность  
 4) упрощается сборка узлов  
 5) снижается перекос деталей
21. Рассчитать количество зубьев в шлицевом соединении при крутящем моменте  $T = 300$  Нм, длине соединения  $l = 40$  мм; рабочей высоте зубьев  $h = 3$  мм, среднем диаметре  $d_{cp} = 40$  мм, допускаемых напряжениях смятия  $\sigma_{см} = 16$  МПа. Распределение нагрузки по длине зубьев принять равномерным.  
 1) 8                      2) 6                      3) 12                      4) 4                      5) 10
22. Объясните, почему цилиндрические зубчатые колеса из закаливаемых материалов делают более узкими, чем колеса из более мягких материалов, при одинаковых диаметрах?

- 1) зависит от выбранного коэффициента ширины колеса
  - 2) из-за высокой твердости зубьев
  - 3) потому, что они более прочные, чем из мягких материалов
  - 4) это зависит от контактных напряжений
  - 5) потому, что первые - более чувствительны к неравномерности распределения нагрузки
23. Определите ширину шестерни  $b_1$  и колеса  $b_2$  зубчатой цилиндрической передачи с межосевым расстоянием  $A=250$  мм, передаточным числом  $U=4$  и коэффициентом относительной ширины  $\Phi_{bd}=1$ .

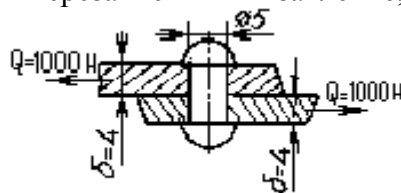


- 1) 100 мм; 105 мм;
- 2) 95 мм; 100 мм;
- 3) 125 мм; 130 мм;
- 4) 100 мм; 100 мм;
- 5) 125 мм; 125 мм;

24. Из ряда сплавов укажите материалы с пониженными противозадирными свойствами.
- 1) чугун
  - 2) латунь
  - 3) Бр. АЖ9-4
  - 4) Бр. ОНФ
  - 5) Бр. ОФ10-1
25. Определить число заходов червяка, если коэффициент диаметра червяка  $q=16$ , а угол наклона зубьев червячного колеса  $\gamma \approx 3,58^\circ$ .
- 1) 3
  - 2) 2
  - 3) 5
  - 4) 1
  - 5) 4
26. Установите обозначения подшипников: радиальный шарикоподшипник средней серии с внутренним диаметром 25 мм, радиально-упорный роликовый подшипник средней серии с внутренним диаметром 25 мм.
- 1) 305, 7205
  - 2) 305, 7305
  - 3) 305, 7405
  - 4) 305, 8305
  - 5) 205, 8305
27. При проверочном расчете цилиндрической фрикционной передачи оказалось, что контактные напряжения в 2 раза превышают допускаемые. Во сколько раз нужно увеличить ширину катков, чтобы напряжения не превышали допускаемые?
- 1) 4 раза
  - 2) 2 раза
  - 3) 1,4 раза
  - 4) 1,5 раза
  - 5) 1,27 раз

### Тест №2

1. Укажите наиболее надежный способ стопорения разборного резьбового соединения.
  - 1) отгибной шайбой или обводкой проволокой
  - 2) пластическим деформированием
  - 3) контргайкой
  - 4) сваркой
  - 5) установкой пружинных шайб
2. От каких факторов зависит расчетный натяг в прессовых соединениях?
  - 1) от упругости деталей соединения
  - 2) от твердости посадочных поверхностей
  - 3) от прочности деталей соединения
  - 4) от пластичности материалов деталей соединения
  - 5) от шероховатости посадочных поверхностей
3. Определите напряжения среза и смятия в заклепке, нагруженной в соответствии с эскизом

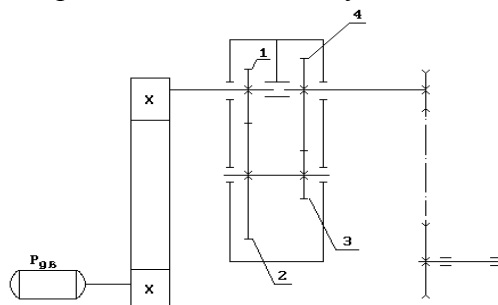


- 1) 50 МПа, 100 МПа
- 2) 100 МПа, 80 МПа
- 3) 20 МПа, 50 МПа
- 4) 80 МПа, 50 МПа
- 5) 51 МПа, 50 МПа

4. Из представленного ряда предложений по материалам и термообработке выбрать наиболее применимые для несимметричной ступени редуктора
  - 1) 40Х,45, закалка
  - 2) 20,20Х, закалка
  - 3) 20,20Х, цементация
  - 4) 40Х,45, нормализация, улучшение

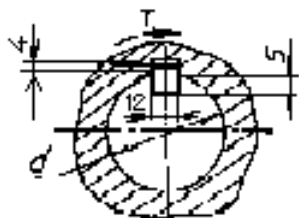
5) 40X,45, цементация, закалка

5. Определить максимальный крутящий момент (Нм) на выходном валу зубчатого редуктора (см.рис.), с частотой вращения 50 об/мин, если мощность электродвигателя  $P_{дв}=10$  кВт, КПД редуктора 0,9, КПД цепной передачи 0,94. Используйте зависимость  $T=9550 P/n$  (Нм).



- 1) 1834
- 2) 2122
- 3) 1650
- 4) 2210
- 5) 1719

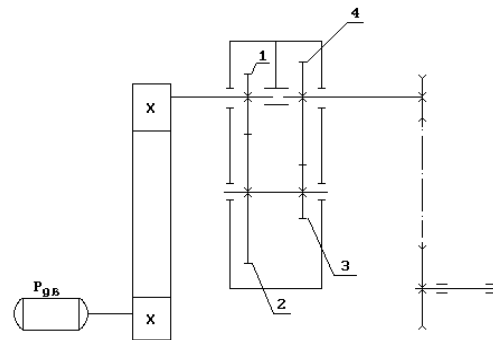
6. Из каких материалов изготовляют червячные колеса высокоскоростных передач?
- 1) латунь
  - 2) баббит
  - 3) Бр. ОФ10-1
  - 4) чугун
  - 5) Бр. АЖ9-4
7. Определить угол наклона зубьев червячного колеса, если известно что частота вращения червяка 1000 об/мин, диаметр его делительной окружности 50 мм, частота вращения червячного колеса 50 об/мин, диаметр его делительной окружности 200 мм.
- 1)  $12^\circ$
  - 2)  $11,3^\circ$
  - 3)  $10,5^\circ$
  - 4)  $20,2^\circ$
  - 5)  $10^\circ$
8. Укажите валы, которые рассчитываются только по касательным напряжениям.
- 1) шлицевые
  - 2) трансмиссионные
  - 3) выходные
  - 4) входные
  - 5) промежуточные
9. При проектном расчете клиноременной передачи получилось число ремней 10. Удовлетворителен ли результат и, если нет, то что надо изменить в передаче для его улучшения?
- 1) нет, увеличить длину ремней
  - 2) нет, уменьшить диаметр шкивов
  - 3) нет, перейти на ремни большего сечения
  - 4) да
  - 5) нет, увеличить натяжение ремней
10. Что следует применить для крепления крышки, часто снимаемой в процессе эксплуатации изделия, на детали, изготовленной из дорогостоящего материала?
- 1) винт
  - 2) сварку
  - 3) заклепку
  - 4) болт
  - 5) шпильку
11. Как изменит увеличение натяга в прессовой посадке запас выносливости вала?
- 1) уменьшит
  - 2) разрушит вал
  - 3) увеличит
  - 4) не изменит
  - 5) разрушит деталь
12. Соединение стандартной призматической шпонкой имеет рабочую длину  $L_p=80$  мм. Определите наибольший крутящий момент  $T$ , который может передавать соединение, если его диаметр  $d=50$  мм, а допустимые напряжения смятия  $[\sigma_{см}]=100$  МПа.



- 1) 800 Нм
- 2) 1000 Нм
- 3) 200 Нм
- 4) 400 Нм
- 5) 1600 Нм

13. Определите связь критериев работоспособности зубчатых передач с видами напряжений.
- 1) износ и прочность - с контактными напряжениями
  - 2) усталостная прочность - с напряжениями среза
  - 3) излом - с контактными напряжениями
  - 4) контактная прочность - с напряжениями изгиба вершин микронеровностей
  - 5) износ - с напряжениями среза микронеровностей
14. Определить окружную силу  $F_t$  в зацеплении колес 1 и 2 (см.рис.) зубчатого редуктора, если

мощность на валу электродвигателя 10 кВт, частота вращения 1000 об/мин, передаточное число ременной передачи 2,4, числа зубьев колес  $Z_1=25$ ;  $Z_2=75$ ; модуль 10 мм. Силы трения не учитывать. Используйте зависимость  $T=9550 P/n$  (Нм).



- 1) 1605 Н
- 2) 2020 Н
- 3) 3240 Н
- 4) 1834Н
- 5) 2230 Н

15. Какими напряжениями учитывается интенсивность износа зубьев зубчатых передач?
  - 1) сжатия
  - 2) изгиба
  - 3) среза
  - 4) растяжения
  - 5) контактными
16. Червячный редуктор с 4-х заходным червяком работает на мощности 10 кВт и средних скоростях. Определите сколько литров масла надо для его охлаждения?
  - 1) 2,5 л
  - 2) 3-5 л
  - 3) 2-4 л
  - 4) 10 л
  - 5) 7-10 л
17. В каких случаях целесообразно применять подшипники качения вместо подшипников скольжения
  - 1) при редком или медленном вращении
  - 2) при резко-переменных ударных перегрузках
  - 3) при кратковременных перебоях в смазке
  - 4) при стесненных радиальных габаритах опоры
  - 5) при очень больших скоростях
118. Привод состоит из прямозубого цилиндрического редуктора, цепной передачи и ременной передачи. В какой последовательности от электродвигателя рациональнее расположить эти передачи?
  - 1) цепная передача, редуктор, ременная передача
  - 2) ременная передача, редуктор, цепная передача
  - 3) ременная передача, цепная передача, редуктор
  - 4) редуктор, ременная передача, цепная передача
  - 5) цепная передача, ременная передача, редуктор

Зачет проводится в виде устного опроса. **УО** - устный опрос, в форме собеседования: средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме.

### **Перечень вопросов к зачету**

1. Конструирование. Этапы проектирования. Требования к конструкции.
2. Прочность. Проектный и проверочный расчеты. Допускаемые напряжения.
3. Контактная и усталостная прочностности.
4. Жесткость, виброустойчивость, износостойкость, теплоустойчивость, коррозионная стойкость.
5. Критерии работоспособности и материал корпусных деталей. Конструирование корпусных деталей.
6. Общие сведения о шпоночных и шлицевых соединениях. Основы расчёта.
7. Общие сведения о резьбовых соединениях: назначение, классификация, геометрические параметры.
8. КПД винтовой пары.
9. Трения в резьбе и условие самоторможения. Способы стопорения резьбовых соединений.
10. Определение момента завинчивания гайки.
11. Расчет элементов резьбы на прочность.
12. Механические передачи. Основные характеристики.

13. Общие сведения о передаче «винт-гайка». Основы расчета передачи «винт-гайка».
14. Общие сведения о зубчатых передачах. Область применения. Классификация. Достоинства и недостатки.
15. Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности.
16. Общие сведения о червячной передаче.
17. Критерии работоспособности и основы расчёта червячной передачи на прочность.
18. КПД и тепловой расчет червячных редукторов.
19. Общие сведения об осях и валах. Проектный и проверочный расчёты.
20. Общие сведения о подшипниках качения. Система условных обозначений.
21. Подбор подшипников качения.
22. Общие сведения о подшипниках скольжения. Основы расчёта.
23. Муфты приводов. Назначение, область применение, классификация. Расчетные моменты.
24. Конструкции и принцип работы компенсирующих муфт. Особенности подбора.
25. Конструкции и принцип работы муфт предельного момента.

### Шкалы оценки образовательных достижений

Оценка знаний студента при выполнении практических работ в **7 семестре** и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
1	2	3	4	5
ПР	Практические работы на каждый раздел	выставляется студенту, если он самостоятельно и без ошибок выполнил практическую работу, свободно владеет ее материалом и отвечает на поставленные вопросы, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах правильно обосновывает принятые решения.	5	5
		выставляется студенту, если он в большей части самостоятельно и без принципиальных ошибок выполнил практическую работу, владеет ее материалом и отвечает на большинство поставленных вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса. В ответах не всегда может правильно обосновать принятые решения.	4	
		выставляется студенту, если он выполнил практическую работу с помощью преподавателя, допускал принципиальные ошибки, не в полной мере владеет материалом практической работы, часто не может обосновать принятые решения и не отвечает на значительную часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса.	3	
		выставляется студенту, который не знает значительной части материала практической работы, часто допускал принципиальные ошибки, не отвечает на большую часть вопросов, как практического характера, так и теоретического из числа вопросов аттестации разделов курса, не может обосновать принятые решения.	н/з	

При тестировании за каждый правильный ответ проставляется один балл. Соответственно за каждый тест можно получить от 6 до 10 баллов, результат 5 баллов и ниже – неудовлетворительно.

В качестве оценочного средства при проведении рубежного контроля используется, так называемый Контроль по итогам (КИ), минимальная положительная оценка за который подразумевает усвоение студентом необходимого минимума материала, который выставляется в соответствии со следующей таблицей.

Код оценочного средства	Вид контроля	Минимальный балл	Максимальный балл
ПР1 (раздел 1)	Практическая работа	3	5
ПР2 (раздел 1)	Практическая работа	3	5
ПР3 (раздел 1)	Практическая работа	3	5
ПР4 (раздел 1)	Практическая работа	3	5
T1 (раздел 1)	Тестирование	6	10
ПР5 (раздел 2)	Практическая работа	3	5
ПР6 (раздел 2)	Практическая работа	3	5
ПР7 (раздел 2)	Практическая работа	3	5
ПР4 (раздел 2)	Практическая работа	3	5
T2 (раздел 2)	Тестирование	6	10
<b>КИ</b>	<b>Контроль по Итогам</b>	<b>36</b>	<b>60</b>

Оценка знаний на зачете и начисление баллов производится в соответствии со следующей таблицей:

Оценка (стандартная)	Сумма баллов	Требования к знаниям на зачете
«Зачтено»	35 ÷ 40	выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные
	30 ÷ 34	выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала
	24 ÷ 29	выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы
«Незачтено»	менее 24	выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов за разделы и зачет	Оценка ECTS
90-100	A
85-89	B
75-84	C
65 - 74	D
60 - 64	E
Менее 60	F

### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Г. Ф. Прокофьев, Н. Ю. Микловцик, М. Ю. Кабакова, Т. В. Цветкова. -Архангельск: САФУ, 2018. - 194 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/161797/#3>
2. Муйземнек, А. Ю. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / А. Ю.

Муйземнек. - Пенза: ПГУ, 2019. - 234 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/162228/#1>

3. Тюняев, А. В. Детали машин: учебник / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков, В. А. Вагнер. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 736 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/168494/#1>

4. Устиновский, Е. П. Детали машин и основы конструирования: учебное пособие / Е. П. Устиновский, Е. В. Вайчулис ; под редакцией Е. П. Устиновского. - Челябинск: ЮУрГУ, 2019. - 220 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/146044/#1>

5. Тюняев, А. В. Основы конструирования деталей машин. Литые детали: учебное пособие / А. В. Тюняев. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 192 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/168575/#1>

6. Тюняев, А. В. Основы конструирования деталей машин. Валы и оси: учебно-методическое пособие / А. В. Тюняев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 316 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/123466/#1>

Дополнительная литература:

7. Курмаз Л.В. Детали машин. Проектирование: учебное пособие / Л.В.Курмаз, А.Т.Скойбеда, - 2-е издание, испр. и доп.- Мн.: УП «Технопринт», 2004.-290 с.

8. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для студ.техн.спец.вузов / П.Ф.Дунаев, О.П.Леликов.- 8-е издание перераб. и доп.-М.:Изд.центр «Академия»; 2004 – 496 с.

9. Кузьмин А.В. и др. Расчеты деталей машин. Справочное пособие.-в 2-х кн.-М.:Высшая школа, 1986. -400 с.

10. В.И.Анурьев. Справочник конструктора машиностроителя.В 3-х т.-М.:Машиностроение, 1979.

11. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496с.: ил.

12. Расчёт на прочность деталей машин: Справочник / И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с., ил.

Методические указания:

13. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт цилиндрической зубчатой передачи».

14. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт червячной передачи».

15. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт цепной передачи».

16. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт шпоночных и шлицевых соединений».

17. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт болтовых соединений».

18. Методические указания к практическому занятию на тему «Расчёт сварных соединений».

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Лекции проводятся в учебной аудитории, оснащенной мебелью и мультимедийным оборудованием для презентаций по темам лекционных занятий.

Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, предназначенной для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Занятия проводятся также в лаборатории «Виртуальные комплексы» с использованием комплекса виртуальных лабораторных работ.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что



вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед началом выполнения практического задания необходимо самостоятельно изучить теоретический материал и получить у преподавателя ответы на появившиеся при этом вопросы.

Выполнить предложенный преподавателем расчет рассмотренного на лекционных занятиях элемента и оформить полученные результаты в виде отчета по предложенной форме.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций.

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентами рефератов. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами (презентациями).

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

### 2. Указания для проведения практических занятий.

Четко обозначить тему занятия и дать время студентам для изучения теоретического матери-

ала по ходу выполнения работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой практической работы.

В процессе решения вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в выполнении практических работ.

После выполнения практической работы необходимо подготовить письменный отчет, сформулировать выводы по работе согласно цели и подготовиться к устному отчету по вопросам для самопроверки.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Рабочую программу составил профессор Земсков В.М.

Рецензент: доцент Краснолудский Н.В.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т.А.