

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники
Небольсин В.А.

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Ядерная физика»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Техника и физика низких температур

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/ К.Г. Королев /

Заведующий кафедрой Фи-
зики твердого тела

/ Ю.Е. Калинин /

Руководитель ОПОП

/ О.В. Калядин /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Продолжение и развитие идей о квантовых свойствах микрочастиц, позволяющих на их основе описать строение и свойства атомного ядра, его основных физических характеристик: формирование у студентов достаточно полного и строгого представления о закономерностях, присущих явлениям субатомного микромира и основных экспериментальных результатах физики ядра и частиц.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- сообщение учащимся знаний по теоретическим предпосылкам и экспериментам, позволивших создать современную теорию атомного ядра;
- приобретение практических навыков исследования явлений, вытекающих из основных положений теории строения атомного ядра;
- приобретение практических навыков решения физических задач из раздела «Ядерная физика».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Ядерная физика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Ядерная физика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
	Владеть навыками использования базовых знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Ядерная физика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего	Семестры
---------------------	-------	----------

	часов	4
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Место и значение ядерной физики	Место и значение ядерной физики. Предмет ЯФ. Место и значение ЯФ в современном естествознании. Основные задачи, программа и структура курса. Основные этапы развития ЯФ. Виды фундаментальных взаимодействий. Масштабы и единицы измерений физических величин. Особенности физических явлений в микромире	2	2	2	6
2	Статические свойства атомных ядер	Основные статические свойства ядер: массовое число, электрический заряд, состав, размеры, энергия связи, спин, момент количества движения, магнитный момент, квадрупольный момент. Свойства ядерных сил. Основы теории ядерных сил. Модели атомных ядер	6	6	6	18
3	Радиоактивность.	Виды радиоактивности, радиоактивные семейства. Законы простого и сложного радиоактивного распада. Закономерности альфа- бета- и гамма-распада.	6	6	6	18
4	Деление и синтез ядер	Понятие об ядерной энергетике. Проблемы и перспективы развития мировой и отечественной энергетике, роль атомной энергии. Элементарная теория деления. Энергия и продукты деления ядер. Основы цепного процесса. Ядерные реакции синтеза. Термоядерные реакции во Вселенной и в лабораторных условиях. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.	6	6	6	18
5	Взаимодействие излучения с веществом	Ионизирующее излучение. Общие закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с атомами вещества. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом. Пробеги частиц ионизирующего излучения в веществе.	6	6	6	18
6	Ядерные реакции	Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы и параметры ядерных реакций. Особенности ядерных реакций, протекающих при воздействии частиц, имеющих различные параметры (энергетические, массовые, зарядовые, корпускулярно-волновые). Источники заряженных частиц и γ -квантов. Источники нейтронов и других нейтральных частиц.	4	4	4	12
7	Детекторы частиц ионизирующего излучения	Принципы обнаружения, радиометрии и спектрометрии в ЯФ. Регистрация заряженных и нейтральных частиц различных энергий. Газовые, полупроводниковые, сцинтилляционные	4	4	4	12

		и трековые детекторы.				
8	Элементарные частицы	Открытие и классификация элементарных частиц. Античастицы. Модели частиц и античастиц.	2	2	2	6
Итого			36	36	36	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<i>Активная работа на практических занятиях</i>	<i>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>	<i>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>
	Уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<i>Решение стандартных практических задач</i>	<i>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>	<i>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>
	Владеть навыками использования базовых знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</i>	<i>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>	<i>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочей программе</i>

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	Знать методы мате-	<i>Тест</i>	<i>Выполнение теста</i>	<i>В тесте менее 80%</i>

математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		<i>не менее 80% правильных ответов</i>	<i>правильных ответов</i>
Уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<i>Решение стандартных практических задач</i>	<i>Выполнение теста не менее 80% правильных ответов</i>	<i>В тесте менее 80% правильных ответов</i>
Владеть навыками использования базовых знаний естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<i>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</i>	<i>Выполнение теста не менее 80% правильных ответов</i>	<i>В тесте менее 80% правильных ответов</i>

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- 1) *Атомное ядро состоит из:*
 - i) *протонов*
 - ii) *нейтронов*
 - iii) *электронов*
- 2) *Является ли протон нуклоном?*
- 3) *Является ли нейтрон нуклоном?*
- 4) *Является ли электрон нуклоном?*
- 5) *Массовое число:*
 - i) *сумма протонов и нейтронов*
 - ii) *сумма протонов, нейтронов и электронов*
 - iii) *сумма протонов и электронов*
 - iv) *сумма нейтронов и электронов*
- 6) *Верно ли, что ядерные силы намного превышают силы электростатического отталкивания между протонами?*
- 7) *Верно ли, что ядерные силы намного превышают силы электростатического притяжения между протонами?*
- 8) *Дефект массы это:*
 - i) *величина, равная разности между массой ядра и суммой масс составляющих его нуклонов*
 - ii) *величина, равная разности между массой ядра и суммой масс составляющих его протонов*
 - iii) *величина, равная разности между массой ядра и суммой масс составляющих его нейтронов*
 - iv) *величина, равная разности между массой ядра и суммой масс составляющих его электронов*
- 9) *При малых значениях массовых чисел удельная энергия связи с ростом массового числа:*
 - i) *возрастает*
 - ii) *уменьшается*
 - iii) *не изменяется*

10) При больших значениях массовых чисел удельная энергия связи с ростом массового числа:

- i) возрастает
- ii) уменьшается
- iii) не изменяется

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1) Радиоактивность это:

- i) самопроизвольное превращение атомов одного элемента в атомы других элементов, сопровождающееся испусканием частиц и жесткого электромагнитного излучения
 - ii) самопроизвольное превращение атомов одного элемента в атомы других элементов, сопровождающееся поглощением частиц и испусканием жесткого электромагнитного излучения
 - iii) самопроизвольное превращение атомов одного элемента в атомы других элементов, сопровождающееся поглощением частиц и жесткого электромагнитного излучения
 - iv) самопроизвольное превращение атомов одного элемента в атомы других элементов, сопровождающееся испусканием частиц и поглощением жесткого электромагнитного излучения
- 2) Верно ли, что искусственные радиоактивные ядра нуклидов получают облучением (бомбардировкой) нейтронами, протонами и другими частицами ядер стабильных нуклидов в ускорителях
- 3) Верно ли, что искусственные радиоактивные ядра нуклидов получают в результате переработки продуктов деления, образующихся в ядерных реакторах
- 4) Верно ли, что естественные радиоактивные ядра нуклидов получают облучением (бомбардировкой) нейтронами, протонами и другими частицами ядер стабильных нуклидов в ускорителях
- 5) Верно ли, что естественные радиоактивные ядра нуклидов получают в результате переработки продуктов деления, образующихся в ядерных реакторах
- 6) Альфа-излучение представляет собой:
- i) поток ядер гелия
 - ii) поток быстрых нейтронов
 - iii) поток фотонов
- 7) Бета-излучение представляет собой
- i) поток ядер гелия
 - ii) поток быстрых нейтронов
 - iii) поток фотонов
- 8) Гамма-излучение представляет собой:
- i) поток ядер гелия
 - ii) поток быстрых нейтронов
 - iii) поток фотонов
- 9) Элементарная электрически нейтральная частица с массой покоя, близкой к нулю, которая практически не взаимодействует с веществом:
- i) нейтрино
 - ii) электрон
 - iii) протон
 - iv) нейтрон
 - v) фотон

10) Нейтронный распад сопровождается:

- i) испусканием возбужденного ядром нейтрона
- ii) поглощением возбужденного ядром нейтрона
- iii) испусканием возбужденного ядром нейтрино
- iv) поглощением возбужденного ядром нейтрино

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какова длина волны фотона, энергия которого равна средней кинетической энергии молекулы идеального одноатомного газа при температуре $T = 3000 \text{ K}$?

2. Какой процент от массы нейтрального атома урана $^{238}_{92}\text{U}$ составляет масса его электронной оболочки? Относительную атомную массу урана принять равной его массовому числу.

3. На какое наименьшее расстояние α - частица, имеющая скорость $v = 1,9 \cdot 10^7 \text{ м/с}$, может приблизиться к неподвижному ядру золота, двигаясь по прямой, проходящей через центр ядра?

4. Определите частоту обращения электрона вокруг ядра атома водорода при движении по второй бордовской орбите.

5. Во сколько раз отличаются напряженности E электрического поля на второй и третьей бордовской орбитах атома водорода? Найдите эти напряженности.

6. Определите силу тока, обусловленную движением электрона по первой бордовской орбите атома водорода.

7. Зная постоянную Ридберга $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$, подсчитайте максимальную энергию (в эВ), которую может иметь фотон, излучаемый атомом водорода.

8. Вычислите энергию (в эВ), необходимую для возбуждения атома водорода.

9. Найдите энергии (в эВ), соответствующие первым трем линиям серии Бальмера атома водорода.

10. Атом водорода, находящийся в основном состоянии, переводят в возбужденное состояние. При переходе из возбужденного состояния в основное в спектре атома последовательно наблюдают два кванта с длинами волн $\lambda_1 = 1876 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 103 \text{ нм}$. На каком энергетическом уровне находился атом в возбужденном состоянии?

11. Протон, движущийся со скоростью $v_0 = 4,6 \cdot 10^4 \text{ м/с}$, сталкивается с неподвижным свободным атомом гелия. После удара протон отскакивает назад со скоростью $v = 0,5 v_0$, а атом переходит в возбужденное состояние. Вычислите длину волны света, который излучает атом гелия, возвращаясь в первоначальное состояние.

12. Фотон с длиной волны $\lambda = 800 \text{ \AA}$ выбивает электрон из атома водорода, находящегося в основном состоянии. Вдали от атома электрон влетает в однородное электрическое поле, вектор напряженности которого $E = 100 \text{ В/м}$ совпадает с вектором скорости электрона. На какое максимальное расстояние (в см) от границы поля может удалиться электрон?

13. Во сколько раз радиус ядра атома урана ^{238}U больше радиуса ядра атома водорода ^1H ?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Место и значение ядерной физики. Предмет ЯФ. Место и значение ЯФ в современном естествознании. Основные задачи, программа и структура курса. Основные этапы развития ЯФ. Виды фундаментальных взаимодействий. Масштабы и единицы измерений физических величин. Особенности физических явлений в микромире

Основные статические свойства ядер: массовое число, электрический заряд, состав, размеры, энергия связи, спин, момент количества движения, магнитный момент, квадрупольный момент. Свойства ядерных сил. Основы

теории ядерных сил. Модели атомных ядер

Виды радиоактивности, радиоактивные семейства. Законы простого и сложного радиоактивного распада. Закономерности альфа- бета- и гамма-распада.

Понятие об ядерной энергетике. Проблемы и перспективы развития мировой и отечественной энергетике, роль атомной энергии. Элементарная теория деления. Энергия и продукты деления ядер. Основы цепного процесса. Ядерные реакции синтеза. Термоядерные реакции во Вселенной и в лабораторных условиях. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Ионизирующее излучение. Общие закономерности взаимодействия ионизирующего излучения с атомами вещества. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом. Взаимодействие электронов и гамма-квантов с веществом. Пробеги частиц ионизирующего излучения в веществе.

Классификация ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы и параметры ядерных реакций. Особенности ядерных реакций, протекающих при воздействии частиц, имеющих различные параметры (энергетические, массовые, зарядовые, корпускулярно-волновые). Источники заряженных частиц и γ -квантов. Источники нейтронов и других нейтральных частиц.

Принципы обнаружения, радиометрии и спектрометрии в ЯФ. Регистрация заряженных и нейтральных частиц различных энергий.

Газовые, полупроводниковые, сцинтилляционные и трековые детекторы.

Открытие и классификация элементарных частиц. Античастицы. Модели частиц и античастиц.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 80 %

2. Оценка «Зачтено» ставится, если студент набрал не менее 80 %

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Место и значение ядерной физики	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Статические свойства атомных ядер	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных ра-

			бот, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Радиоактивность.	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Деление и синтез ядер	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Взаимодействие излучения с веществом	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Ядерные реакции	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Детекторы частиц ионизирующего излучения	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
8	Элементарные частицы	ОПК-1	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно ме-

тодике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1) Едчик, И. А. *Основы физики ядерных реакторов* / И. А. Едчик. — Минск : Белорусская наука, 2019. — 212 с. — ISBN 978-985-08-2460-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95465.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2) Сборник задач по курсу «Ядерная физика» : учебное пособие / И. И. Астапов, Н. С. Барбашина, А. Н. Дмитриева [и др.]. — Москва : Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2019. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-2591-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116425.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3) Архипов, В. П. *Основы оптики, атомной и ядерной физики* : учебное наглядное пособие / В. П. Архипов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-7882-2686-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109574.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4) *Физика ядерного реактора. Нейтронно-физический расчет ВВЭР* : учебное пособие / А. Я. Благовещенский, А. А. Калютник, М. Н. Конович, В. Н. Митюков. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. — 47 с. — ISBN 978-5-7422-6170-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/83314.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5) Едчик, И. А. *Физико-технические основы ядерной энергетики* / И. А. Едчик. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 176 с. — ISBN 978-985-08-2195-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/74093.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. <http://www.iprbookshop.ru>
2. <http://education.cchgeu.ru>
3. *SMath Studio*

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий необходима аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой, персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Ядерная физика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета в области ядерной физики. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.