

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А.Небольсин  
«29» июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«История и методология науки и техники в области  
нанотехнологии»

**Направление подготовки** 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

**Профиль** "Нано- и микросистемная техника"

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2018

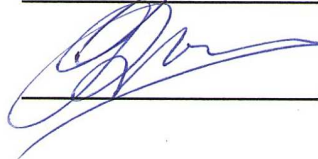
Автор программы

 /Стогней О.В./

Заведующий кафедрой  
Физики твердого тела

 /Калинин Ю.Е./

Руководитель ОПОП

 /Калгин А.В./

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Сформировать у студентов представление о логике и последовательности перехода современной науки и техники к новой парадигме, основанной на нанотехнологиях.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Обоснованность неизбежности перехода к нанотехнологиям, раскрытие основных особенностей и содержания нанотехнологий. Перспективные пути развития микроэлектроники в области нанотехнологий. Общие представления о микросистемной технике.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «История и методология науки и техники в области нанотехнологии» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «История и методология науки и техники в области нанотехнологии» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

ОПК-2 - Способен управлять профессиональной и иной деятельностью на основе применения знаний проектного и финансового менеджмента

ОПК-3 - Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и микросистемной техники с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

ОПК-4 - Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   |
|-------------|---|
| УК-2        | Знать: Основные особенности планарной технологии.   |
|             | Уметь: Применять логику развития продуктов нанотехнологии при разработке и планировании проектов.                 |
|             | Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники. |
| ОПК-2       | Знать: Этапы развития современной микроэлектроники.   |
|             | Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и                         |

|       |   |
|-------|---|
|       | современной микроэлектроники.   |
|       | Владеть: Понятийным аппаратом в области нанотехнологий.   |
| ОПК-3 | Знать: Сущность нанотехнологий. Основы микросистемной техники.  |
|       | Уметь: Планировать последовательность основных технологических операций для получения изделий нанотехнологии. |
|       | Владеть: Информацией о преимуществах нанотехнологий и их рисках.  |
| ОПК-4 | Знать: Основные проявления размерного эффекта.  |
|       | Уметь: Учитывать проявления размерного эффекта при планировании исследований.                                 |
|       | Владеть: Навыками интерпретации результатов, получаемых при исследовании объектов нанотехнологий.             |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «История и методология науки и техники в области нанотехнологии» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                       | Всего часов | Семестры |
|---|-------------|----------|
|   |             | 1        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>         | 36          | 36       |
| В том числе:                              |             |          |
| Лекции                                    | 18          | 18       |
| Практические занятия (ПЗ)                 | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>             | 72          | 72       |
| Виды промежуточной аттестации - зачет     | +           | +        |
| Общая трудоемкость:<br>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     | Определение и сущность нанотехнологий | Определение и особенности нанотехнологий. Новая парадигма формирования объектов. Систематизация нанотехнологий и объектов, получаемых с их помощью. | 4    | 2         | 12  | 18         |

|              |                                    |   |           |           |           |            |
|--------------|------------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|------------|
| 2            | История развития микроэлектроники. | Этапы развития вакуумной электроники.<br>Этапы создания твердотельных полупроводниковых приборов(сплавные, диффузионные транзисторы).<br>Интегральная микроэлектроника (планарная электроника).<br>Нанoeлектроника. | 6         | 6         | 24        | 36         |
| 3            | Особенности нанoeлектроники.       | Одноэлектроника. Спинтроника.<br>Молекулярная электроника. Современные и перспективные методы литографии.   | 4         | 2         | 12        | 18         |
| 4            | Микросистемная техника. МЭМС.      | Понятие и особенность МЭМС.<br>Технологические приёмы создания МЭМС.  | 4         | 8         | 24        | 36         |
| <b>Итого</b> |                                    |   | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>72</b> | <b>108</b> |

## 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   |
|-------------|---|---|---|---|
| УК-2        | Знать: Основные особенности планарной технологии.   | Активная работа на лекциях и практических занятиях, ответы на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Уметь: Применять логику развития продуктов нанотехнологии при разработке и планировании проектов.                 | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники. | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|       |  |   |   |   |
|-------|--|---|---|---|
| ОПК-2 | Знать: Этапы развития современной микроэлектроники.  | Активная работа на лекциях и практических занятиях, ответы на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и современной микроэлектроникой. | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Владеть: Понятийным аппаратом в области нанотехнологий.  | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-3 | Знать: Сущность нанотехнологий. Основы микросистемной техники.   | Активная работа на лекциях и практических занятиях, ответы на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Уметь: Планировать последовательность основных технологических операций для получения изделий нанотехнологии.            | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Владеть: Информацией о преимуществах нанотехнологий и их рисках.   | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ОПК-4 | Знать: Основные проявления размерного эффекта.   | Активная работа на лекциях и практических занятиях, ответы на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Уметь: Учитывать проявления размерного эффекта при планировании исследований.  | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|       | Владеть: Навыками интерпретации результатов, получаемых при исследовании объектов нанотехнологий.                        | Написание коллоквиумов, прохождение тестов.   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции   | Критерии оценивания                                      | Зачтено  | Не зачтено           |
|-------------|---|--|--|----------------------|
| УК-2        | Знать: Основные особенности планарной технологии.   | Тест   | Выполнение теста на 70-100%                              | Выполнение менее 70% |
|             | Уметь: Применять логику развития продуктов нанотехнологии при разработке и планировании проектов.                 | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|             | Владеть: Основной терминологией, применяемой в области нанотехнологий, микроэлектроники и микросистемной техники. | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
| ОПК-2       | Знать: Этапы развития   | Тест   | Выполнение теста   | Выполнение менее     |

|       |   |  |   |                      |
|-------|---|--|---|----------------------|
|       | современной микроэлектроники.   |  | на 70-100%  | 70%                  |
|       | Уметь: Ориентироваться в терминологии и основных понятиях, связанных с нанотехнологиями и современной микроэлектроники. | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|       | Владеть: Понятийным аппаратом в области нанотехнологий.   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
| ОПК-3 | Знать: Сущность нанотехнологий. Основы микросистемной техники.  | Тест   | Выполнение теста на 70-100%                               | Выполнение менее 70% |
|       | Уметь: Планировать последовательность основных технологических операций для получения изделий нанотехнологии.           | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|       | Владеть: Информацией о преимуществах нанотехнологий и их рисках.  | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
| ОПК-4 | Знать: Основные проявления размерного эффекта.  | Тест   | Выполнение теста на 70-100%                               | Выполнение менее 70% |
|       | Уметь: Учитывать проявления размерного эффекта при планировании исследований.   | Решение стандартных практических задач                   | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |
|       | Владеть: Навыками интерпретации результатов, получаемых при исследовании объектов нанотехнологий.                       | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены     |

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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**

- В чем состоит основная (всегда декларируемая) особенность нанотехнологий?
  - получают объекты, размеры которых не превышают 100 нм;
  - используются исключительно зондовые технологии для формирования объектов;
  - используется поэтапная сборка объектов.
- Можно ли отнести к нанотехнологиям традиционные технологии, например методы вакуумного напыления?
  - нельзя, этими методами получают пленки и покрытия;
  - можно, ведь при современном уровне развития этими методами можно сформировать объекты и структуры нанометрового размера;
  - можно, поскольку процессы напыления проводятся в условиях вакуума.
- В чем заключается суть размерного эффекта?
  - размеры объектов, получаемых с помощью нанотехнологий должны быть меньше 100 нм;
  - чем меньше размеры объекта, тем меньшую величину имеют

- физические характеристики этого объекта;
- свойства объекта существенно меняются, когда его размеры оказываются меньше характеристической длины.
4. Что такое низкоразмерные объекты?
    - объекты, размеры которых не превышают 100 нм;
    - объекты, в которых проявляются размерные эффекты;
    - объекты, в которых отсутствует зависимость электросопротивления от геометрических размеров (например, толщины).
  5. Основное функциональное назначение электроники (электронных приборов) заключается в (*указать основное предназначение, а не частные проявления*):
    - усилении слабого электрического сигнала;
    - управлении электрическими сигналами;
    - выпрямлении переменного электрического сигнала.
  6. Основное физическое явление, лежащее в основе функционирования вакуумных ламп:
    - эмиссия электронов;
    - нагрев термокатода электрическим током;
    - вакуумирование колбы лампы.
  7. Каково функциональное назначение сетки в вакуумной лампе?
    - защищает анод от теплового излучения термокатода;
    - позволяет управлять потоком эмитированных электронов;
    - улавливает электроны, эмитированные термокатодом.
  8. Какие материалы используют для изготовления твердотельных диодов и транзисторов?
    - сплавы металлов;
    - полупроводники;
    - диэлектрические материалы.
  9. В чем основная особенность сплавного транзистора?
    - он изготавливается из сплава двух различных материалов;
    - p-n переходы формируются в месте сплавления двух разнородных материалов;
    - транзисторы формируются при локальном расплавлении участков кремниевой пластины.
  10. В чем заключается особенность планарной технологии?
    - все выводы элементов, формируемых на пластине, выводятся на одну поверхность;
    - формирование элементов на пластине технологически происходит когда пластина находится во «взвешенном» состоянии, «планируя» на подушке из инертного газа;

- все операции по формированию элементов на пластине должны осуществляться при строго горизонтальном расположении пластины.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Объяснить основной принцип функционирования ламповой электроники.
2. Недостатки ламповой электроники.
3. Преимущества полупроводниковой электроники (твердотельной) по сравнению с ламповой.
4. Проблемы, возникающие в традиционной микроэлектронике при уменьшении характерных размеров элементов интегральных схем до десятков нанометров.
5. Основные особенности одноэлектроники.
6. Основные особенности спинтроники.
7. Основные особенности молекулярной электроники.
8. Понятие и основные особенности микроэлектромеханических систем (МЭМС).
9. Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип исследования поверхности.
10. Сканирующая силовая микроскопия (атомная силовая микроскопия (АСМ). Принцип исследования поверхности. Какие свойства материала можно изучать с помощью АСМ?

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. В какой период началось промышленное производство изделий твердотельной электроники?
2. Какие функции выполняют транзисторы в электронных приборах?
3. В чем отличие сплавных транзисторов от диффузионных?
4. В чем преимущество диффузионных транзисторов по сравнению со сплавными?
5. Каково происхождение термина «мезотехнология»?
6. Чего позволяет добиться совокупность операций, объединяемых общим термином «фотолитография»?
7. Какие пути есть для повышения разрешающей способности (уменьшения формируемых размеров) фотолитографии?
8. В чем заключается преимущество спинтронных приборов по сравнению с приборами обычной электроники?
9. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей туннельной микроскопии?
10. Какие материалы можно исследовать с помощью сканирующей силовой микроскопии?

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Чем отличается нанотехнология от традиционно используемой технологии. Основные отличия нанотехнологии и изделий (материалов), получаемых с ее помощью, от изделий (материалов), изготовленных по традиционной технологии. (два принципиальных отличия)
2. Два основных направления, которые можно выделить в рамках нанотехнологии.
3. В чем разница между этими тремя понятиями: наноструктура, нанообъект, наноструктурированный объект?
4. В чём суть размерного эффекта?
5. Что такое электроника. Перечислить 4-ре этапа в её развитии.
6. В чём отличие ламповой электроники от твердотельной?
7. Основные особенности (характерные черты) планарной технологии.
8. Какие проблемы возникают при увеличении степени интеграции ИС?  
Пути решения этих проблем.
9. Что такое МЭМС? Для каких целей их разрабатывают?
10. Два типа СЗМ. В чем их принципиальное отличие?

### **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 в виде устного ответа по билетам, в которых содержится три вопроса.

1. Зачет считается сданным если студент ответил на два вопроса и дополнительные качественные вопросы.
2. Зачет считается НЕ сданным если студент смог ответить лишь на один вопрос и не отвечает на дополнительные качественные вопросы.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства |
|-------|--|--------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Определение и сущность нанотехнологий    | УК-2, ОПК-2, ОПК -3, ОПК-4     | Коллоквиум, тест, зачет          |
| 2     | История развития микроэлектроники.       | УК-2, ОПК-2, ОПК -3, ОПК-4     | Коллоквиум, тест, зачет          |
| 3     | Особенности наноэлектроники.             | УК-2, ОПК-2, ОПК -3, ОПК-4     | Коллоквиум, тест, зачет          |
| 4     | Микросистемная техника. МЭМС.            | УК-2, ОПК-2, ОПК -3, ОПК-4     | Коллоквиум, тест, зачет          |

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

Коллоквиумы проводятся в виде письменных ответов на предложенные качественные вопросы. Обычно в одном коллоквиуме предлагается ответить на 15 – 19 вопросов. Время написания 45 мин, после чего коллоквиумы проверяются преподавателем. Оценка за коллоквиум выставления согласно методики оценки при проведении промежуточной аттестации. После проверки результатов и их анализа проводится обсуждение результатов коллоквиума с анализом неправильных ответов.

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации. После этого проводится обсуждение полученных результатов в режиме вопрос-ответ, с анализом неправильных ответов.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий / М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / М.: Физматлит, 2009. - 416 с.
3. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы /М.: Академия, 2005. - 192 с.
4. Чаплыгин Ю.А. (ред) Нанотехнологии в электронике / М.: Техносфера, 2013. - 688 с.
5. Смирнов В.И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы / Ульяновск: УлГТУ, 2017. - 240 с.
6. Варадан В. ВЧ МЭМС и их применение / В. Варадан, К. Виной, К. Джозе ; пер. с англ. под ред. Ю. А. Заболотной. – М. : Техносфера, 2004. – 525 с.
7. Гридчин В. А. Физика микросистем : учеб. пособие / В. А. Гридчин, И. Г. Неизвестный, В. Н. Шумский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006.
8. Лучинин В. В. Микросистемная техника. Прикладные области применения : учеб.-метод. разработ. / В. В. Лучинин, Ю. И. Степанов, В. А. Телец. – М. : МГИРЭА, 2004. – 100 с.
9. Нано - и микросистемная техника : от исследований к разработкам : сб. ст. / под ред. П. П. Мальцева. – М. : Техносфера, 2005. – 589 с.
10. Резнев, А. А. Тенденции развития МЭМС / А. А. Резнев, В. Д. Вернер. – М. : Амиант, 2010. – 273 с.

**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:**

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная доской.

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

По дисциплине «История и методология науки и техники в области нанотехнологии» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе, а также проведение блиц-опроса по предыдущему материалу.

Практические занятия направлены на более глубокое освоение материала, изложенного на лекциях. Занятия проводятся в режиме диалога и обсуждения наиболее сложных вопросов в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

| Вид учебных занятий    | Деятельность студента  |
|------------------------|--|
| Лекция                 | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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.   |
| Самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной  |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- 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. |