



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физический факультет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИНВЕРТОРЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра экспериментальной физики  
Базовая междисциплинарная кафедра ДГУ  
«Инновационные промышленные технологии»**

**Образовательная программа  
11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

**Модуль**

**Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии**

**Уровень высшего образования  
магистратура**

**Форма обучения  
очная**

**Статус дисциплины: *вариативная***

Махачкала 2016

Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника» (уровень: магистратура); дополнительный образовательный модуль «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии» (Проект в рамках целевой ведомственной программы «Развитие интегрированной системы обеспечения высококвалифицированными кадрами организаций ОПК РФ в 2016-2020 годах», пр. Минобрнауки РФ от 29.02.2016 №170; пр. от 11.11.2016 №Р-520).

Разработчик(и):

Садыков Садык Абдулмуталибович, д.ф.м.н., проф.  
Айтукаев Аймурза Давлетмурзаевич, к.ф.м.н., доцент

Рабочая программа одобрена:

на заседании кафедры ЭФ от « 26 » октября 2016 г., протокол № 3

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » октября 2016г., протокол № 2.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована:

с учебно-методическим управлением « 31 » октября 2016г.

Нач. управления  Гасангаджиева А.Г.

с ОАО «Завод Дагдизель» « 31 » октября 2016г.

Зам. директора по техническим вопросам  Халимбеков М.А.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Инверторы и преобразователи силовой электроники» входит в *вариативную* часть дополнительной образовательного модуля «Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии» по программе подготовки высококвалифицированных специалистов для ОАО «Завод Дагдизель» по направлению 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете и на ОАО «Завод Дагдизель» кафедрами экспериментальной физики и базовой междисциплинарной кафедрой ДГУ «Инновационные промышленные технологии».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями проектирования инверторов и преобразователей силовой электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5), профессиональных - проектно-конструкторская деятельность (ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9) и дополнительных профессиональных компетенций (ДПК-1, ДПК-2, ДПК-3).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов промежуточного контроля успеваемости в форме *рефератов (контрольные работы)* и в форме итогового контроля - *экзамена.*

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

| Семес<br>тр | Учебные занятия                                |             |                              |                              |     |                   | СРС, в<br>том<br>числе<br>экзамен | Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(зачет,<br>дифференциро-<br>ванный зачет,<br>экзамен |
|-------------|--|-------------|------------------------------|------------------------------|-----|-------------------|-----------------------------------|--|
|             | в том числе                                    |             |                              |                              |     |                   |                                   |  |
|             | Контактная работа обучающихся с преподавателем |             |                              |                              |     |                   |                                   |  |
|             | Всего  | из них      |                              |                              |     |                   |                                   |  |
|             |  | Лек-<br>ции | Лаборатор-<br>ные<br>занятия | Практи-<br>ческие<br>занятия | КСР | Консуль-<br>тации |                                   |  |
| 1-4         | 220  | 24          | 12                           | 40                           |     | 144               | Экзамен                           |  |

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Инверторы и преобразователи силовой электроники» является знакомство студентов с вопросами проектирования инверторов и преобразователей силовой электроники. Задачами изучения

дисциплины является освоение области применения полупроводниковых приборов большой мощности в схемах управления электродвигателями, в источниках питания, в оборудовании для преобразования электроэнергии и многих других приложениях.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Инверторы и преобразователи силовой электроники» входит в дополнительную образовательную программу для целевой подготовки специалистов для ОПК по направлению (специальности) 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих дисциплин: Основы силовой электроники, Элементная база силовой электроники, Схемотехнические решения в промышленной электронике.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

| Компетенции                             | Формулировка компетенции из ФГОС ВО  | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)  |
|---|--|--|
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> | <p>-способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);</p> <p>-способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);</p> <p>-способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ОПК-3);</p> <p>-способностью самостоятельно приобретать и использовать практической</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные достижения науки и передовые технологии в области силовой электроники;</li> <li>- состояние и перспективы научно-технической проблемы в области анализа, расчета и практического применения преобразователей электрической энергии различного типа и назначения;</li> <li>- принципы действия и особенности функционирования основных типов преобразователей электроэнергии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать, систематизировать и обобщать научно-</li> </ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);</p> <p>-готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5).</p> | <p>техническую информацию в области использования силовой электроники в электроэнергетических, электромеханических и электротехнических системах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учитывать современные тенденции развития силовой электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;</li> <li>- формулировать основные технико-экономические требования к изучаемым объектам силовой электроники;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками планирования процессов решения научно-технических задач в области приборов и систем силовой электроники;</li> <li>- теоретической базой по характеристикам и принципу действия силовых электронных приборов, логикой рассуждений, навыками самостоятельного получения информации ее анализа и обобщения для решения творческих задач в области силовой электроники и требующего подходящего метода решения в области применения устройств силовой электроники.</li> </ul> |
| <p><b>Профессиональные компетенции (проектно-конструкторская</b></p> | <p>-способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников</p>  | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные достижения науки и передовые технологии в области силовой электроники;</li> <li>- физические явления и процессы, лежащие в основе</li> </ul>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>деятельность).</b></p>                              | <p>(ПК-6);<br/> -готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);<br/> -способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);<br/> -способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9);</p> | <p>функционирования элементной базы современной силовой электроники;<br/> - классификацию, области применения и основные схемные решения полупроводниковых преобразователей;<br/> - принципы действия и особенности функционирования основных типов преобразователей электроэнергии;<br/> - методы анализа, расчета и проектирования устройств силовой электроники.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать перспективные направления развития силовой электроники с учетом мирового опыта и перспективных разработок;</li> <li>- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития силовой электроники;</li> <li>- понимать и использовать характеристики силовых электронных приборов;</li> <li>- оценивать конструктивные особенности построения устройств промышленной электроники;</li> <li>- проводить оценку влияния конструктивных и схемотехнических факторов на характеристики электронных преобразователей;</li> <li>- оценивать эффективность преобразователей электрической энергии и их систем управления;</li> <li>- применять методики расчета</li> </ul> |
| <p><b>Дополнительные профессиональные компетенции</b></p> | <p>-готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники (ДПК-1);<br/> -способностью демонстрировать навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методики расчета</li> </ul>   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>электронных средств в соответствии с техническим заданием (ДПК-2);</p> <p>-способностью демонстрировать навыки построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники (ДПК-3).</p> | <p>силовой части устройств и системы управления и диагностики;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- строить и использовать модели для описания процессов в приборах и устройствах силовой электроники;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по повышению эффективности преобразователей электрической энергии;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа работы преобразователей электрической энергии;</li> <li>- навыками проведения сравнительного анализа электронных устройств преобразовательной техники;</li> <li>- навыками работы с системами проектирования приборов силовой электроники;</li> <li>- навыками самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники;</li> <li>- навыками расчета, проектирования и исследования эффективных вентильных преобразователей электроэнергии с параметрами, соответствующими требованиям технического задания;</li> <li>- навыками построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники.</li> </ul> |
|--|---|--|

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 220 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

| №<br>п/п  | Разделы и темы<br>дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы,<br>включая<br>самостоятельную<br>работу студентов и<br>трудоемкость (в часах) |                         |                          |                          | Самостоятельная работа | Формы текущего<br>контроля<br>успеваемости (по<br>неделям семестра)<br><br>Форма<br>промежуточной<br>аттестации (по<br>семестрам) |
|---|--|---------|-----------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---|
|   |  |         |                 | Лекции   | Практические<br>занятия | Лабораторн<br>ые занятия | Контроль<br>самост. раб. |                        |   |
| <b>Преобразователи электрические (инверторы). Общее описание.</b>       |  |         |                 |  |                         |                          |                          |                        |   |
| 1   | Классификация инверторов   | 1       |                 | 2  | 2                       |                          |                          | 8                      | <i>Собеседование</i>  |
| 2   | Области применения инверторов  | 1       |                 | 2  | 2                       |                          |                          | 8                      | <i>Собеседование</i>  |
| 3   | Инверторы напряжения и тока.   | 1       |                 | 2  | 4                       |                          |                          | 12                     | <i>Устный опрос</i>   |
| <b>Классификация и принципы проектирования автономных инверторов</b>    |  |         |                 |  |                         |                          |                          |                        |   |
| 4   | Автономные инверторы напряжения (АИН)  | 2       |                 | 4  | 4                       |                          |                          | 12                     | <i>Письменный опрос</i>   |
| 5   | Автономные инверторы тока (АИТ)  | 2       |                 | 2  | 4                       |                          |                          | 12                     | <i>Письменный опрос</i>   |
| 6   | Резонансные (РАИ) и другие автономные инверторы  | 2       |                 | 2  | 4                       |                          |                          | 12                     | <i>Контрольная самостоятельная работа.<br/>Экзамен.</i>   |
| <b>Классификация и принципы проектирования преобразователей частоты</b> |  |         |                 |  |                         |                          |                          |                        |   |
| 7   | Классификация преобразователей частоты.  | 3       |                 | 2  | 3                       | 2                        |                          | 16                     | <i>Защита лабораторной работы</i>   |
| 8   | Преобразователь частоты, инвертор. Устройство, принцип работы, схемы управления и расчеты. | 3       |                 | 2  | 3                       | 2                        |                          | 16                     | <i>Подготовка реферата.<br/>Защита лабораторной работы</i>  |



|    |  |     |  |    |    |    |  |     |   |
|----|--|-----|--|----|----|----|--|-----|---|
| 9  | Частотно-регулируемый электропривод.   | 3   |  | 2  | 4  | 4  |  | 16  | <i>Защита лабораторной работы</i>           |
| 10 | Рекуперирующий двухзвенный преобразователь частоты на основе инверторов тока | 4   |  | 2  | 3  | 2  |  | 12  | <i>Защита лабораторной работы</i>           |
| 11 | Непосредственные преобразователи частоты                                     | 4   |  | 1  | 3  | 1  |  | 10  | <i>Защита лабораторной работы</i>           |
| 12 | Рекомендации по выбору преобразователя частоты (инвертора):                  | 4   |  | 1  | 4  | 1  |  | 10  | <i>Защита лабораторной работы. Экзамен.</i> |
|    | ИТОГО:   | 1-4 |  | 24 | 40 | 12 |  | 144 |   |

### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам). Инверторы и преобразователи силовой электроники. (1,3 семестры).**

#### **Преобразователи электрические (инверторы). Общее описание (1семестр).**

##### **Тема 1. Классификация инверторов.**

Общие сведения. Инверторы зависимые (ведомые сетью) и автономные (независимые), напряжения и тока, частоты. Инверторы напряжения (АИН) - однофазные и многофазные (двухфазные, трехфазные и т.д.). Однофазные одноплечные и двухплечевые (мостовые) схемы.

##### **Тема 2. Области применения инверторов.**

Питание потребителей переменным током. Электротранспорт. Электропривод с асинхронными и синхронными двигателями. Электротермия. Электроэнергетика.

##### **Тема 3. Инверторы напряжения и тока.**

Режимы работы источника питания инвертора. Особенности протекания электромагнитных процессов в инверторах. Классические схемы и принцип работы инверторов напряжения, тока и резонансных инверторов. Питание и нагрузки инверторов напряжения и тока. Параллельные, последовательные и последовательно-параллельные инверторы тока и напряжения.

## **Классификация и принципы проектирования автономных инверторов (2 семестр).**

### **Тема 4. Автономные инверторы напряжения (АИН).**

Классификация по виду входного напряжения. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов напряжения (АИН).

### **Тема 5. Автономные инверторы тока (АИТ).**

Классификация по виду входного тока. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов тока (АИТ).

### **Тема 6. Резонансные (РАИ) и другие автономные инверторы.**

Резонансные (колебательные) автономные инверторы (РАИ): применение, схемотехнические решения и принцип работы. Автономные инверторы (АИ): на вентилях с неполным управлением, на вентилях с полным управлением, с одноступенчатой коммутацией, с двухступенчатой коммутацией, параллельные АИ, последовательные АИ.

## **Классификация и принципы проектирования преобразователей частоты (3 семестр).**

### **Тема 7. Классификация преобразователей частоты.**

Непосредственные реверсивные тиристорные преобразователи. Двухзвенные транзисторные или тиристорные преобразователи.

### **Тема 8. Преобразователь частоты, инвертор. Устройство, принцип работы, схемы управления и расчеты.**

Частотные преобразователи, применяемые в регулируемом электроприводе. Виды инверторов в зависимости от структуры и принципа работы силовой части. Инверторы с явно выраженным промежуточным звеном постоянного тока. Инверторы с непосредственной связью (без промежуточного звена постоянного тока). Структура преобразователя частоты: силовая и управляющая части.

### **Тема 9. Частотно-регулируемый электропривод.**

Недостатки и преимущества асинхронных электродвигателей переменного тока. Устройства (способы) регулирования скорости вращения исполнительного механизма. Состав (схема) силовой части преобразователя частоты. Состав (схема) управляющей части преобразователя частоты. Преимущества использования преобразователей частоты на предприятиях. Выбор частотного преобразователя для работы со специальными двигателями.

**Тема 10. Рекуперирующий двухзвенный преобразователь частоты на основе инверторов тока (4 семестр).**

Состав (схема) рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты на основе инверторов тока. Принцип работы и применение рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты

**Тема 11. Непосредственные преобразователи частоты.**

Схема трехфазно-однофазного НПЧ на основе трехфазных нулевых схем и его применение. Схема, принцип работы и применение трехфазно-трехфазного НПЧ, выполненного на основе трехфазных мостовых схем.

**Тема 12. Рекомендации по выбору преобразователя частоты (инвертора).**

Частотный алгоритм управления. Частотный алгоритм управления с обратной связью по скорости. Векторный алгоритм управления. Векторный алгоритм управления с обратной связью по скорости.

**Темы практических занятий.**

1. Преобразователи электрические (инверторы), общее описание.
2. Классификация инверторов, общие сведения.
3. Инверторы зависимые (ведомые сетью).
4. Автономные (независимые) инверторы, разновидности.
5. Автономные инверторы напряжения (АИН) - однофазные и многофазные (двухфазные, трехфазные и т.д.). Однофазные одноплечные и двухплечевые (мостовые) схемы.
6. Автономные инверторы тока (АИТ), сравнительные характеристики.
7. Области применения инверторов. Питание потребителей переменным током. Электротранспорт. Электропривод с асинхронными и синхронными двигателями. Электротермия. Электроэнергетика.
8. Инверторы напряжения и тока.
9. Режимы работы источника питания инвертора.
10. Особенности протекания электромагнитных процессов в инверторах.
11. Классические схемы и принцип работы инверторов напряжения, тока и резонансных инверторов.
12. Питание и нагрузки инверторов напряжения и тока.
13. Параллельные, последовательные и последовательно-параллельные инверторы тока и напряжения.
14. Классификация и принципы проектирования автономных инверторов.
15. Автономные инверторы напряжения (АИН).

16. Классификация по виду входного напряжения. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов напряжения (АИН).

17. Автономные инверторы тока (АИТ).

18. Классификация по виду входного тока. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов тока (АИТ).

19. Резонансные (РАИ) и другие автономные инверторы.

20. Резонансные (колебательные) автономные инверторы (РАИ): применение, схемотехнические решения и принцип работы.

21. Автономные инверторы (АИ): на вентилях с неполным управлением, на вентилях с полным управлением, с одноступенчатой коммутацией, с двухступенчатой коммутацией, параллельные АИ, последовательные АИ.

22. Классификация и принципы проектирования преобразователей частоты.

23. Классификация преобразователей частоты.

24. Непосредственные реверсивные тиристорные преобразователи.

25. Двухзвенные транзисторные и тиристорные преобразователи.

26. Преобразователь частоты, инвертор. Устройство, принцип работы, схемы управления и расчеты.

27. Частотные преобразователи, применяемые в регулируемом электроприводе.

28. Виды инверторов в зависимости от структуры и принципа работы силовой части.

29. Инверторы с явно выраженным промежуточным звеном постоянного тока.

30. Инверторы с непосредственной связью (без промежуточного звена постоянного тока). Структура преобразователя частоты: силовая и управляющая части.

31. Частотно-регулируемый электропривод.

32. Недостатки и преимущества асинхронных электродвигателей переменного тока.

33. Устройства (способы) регулирования скорости вращения исполнительного механизма.

34. Состав (схема) силовой части преобразователя частоты.

35. Состав (схема) управляющей части преобразователя частоты.

36. Преимущества использования преобразователей частоты на предприятиях.

37. Выбор частотного преобразователя для работы со специальными двигателями.

38. Рекуперирующий двухзвенный преобразователь частоты на основе инверторов тока.

39. Состав (схема) рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты на основе инверторов тока.

40. Принцип работы и применение рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты

41. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).

42. Схема трехфазно-однофазного НПЧ на основе трехфазных нулевых схем и его применение.

43. Схема, принцип работы и применение трехфазно-трехфазного НПЧ, выполненного на основе трехфазных мостовых схем.

44. Рекомендации по выбору преобразователя частоты (инвертора):

Частотный алгоритм управления. Частотный алгоритм управления с обратной связью по скорости. Векторный алгоритм управления. Векторный алгоритм управления с обратной связью по скорости

## **5. Образовательные технологии.**

Образовательная технология – система, включающая в себя конкретное представление планируемых результатов обучения, форму обучения, порядок взаимодействия студента и преподавателя, методики и средства обучения, систему диагностики текущего состояния учебного процесса и уровня подготовки студента. При разработке образовательной программы для каждого модуля (учебной дисциплины) предусмотрены соответствующие технологии обучения, которые позволят обеспечить достижение планируемых результатов обучения.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного, научного или производственного оборудования, с физическим моделированием и проведением экспериментов, являются:

- Информационные технологии.
- Работа в команде.
- Проблемное обучение.
- Контекстное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция

(информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), лабораторная работа, практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация, курсовая работа, производственная практика, НИР и выпускная магистерская диссертация.

Допускаются комбинированные формы проведения занятий:

- лекционно-практические занятия;
- лекционно-лабораторные занятия;
- лабораторно-курсовые проекты и работы.

Преподаватели самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

В рамках учебных курса будут предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Преподаватель дает указания по организации самостоятельной работы студентов, срокам сдачи курсового проекта, выполнения лабораторных работ и проведения тестирования.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты.

При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее

формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных работ, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику курсовых работ/проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации магистров имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Компетенция                         | Знания, умения, навыки  | Процедура освоения                                  |
|-------------------------------------|---|---|
| ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК- 4, ОПК-5. | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные достижения науки и передовые технологии в области силовой электроники;</li> <li>- состояние и перспективы научно-технической проблемы в области анализа, расчета и практического применения преобразователей</li> </ul> | <p>Устный опрос, письменный опрос.<br/>Реферат.</p> |

|                                      |  |  |
|--------------------------------------|--|--|
|                                      | <p>электрической энергии различного типа и назначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы действия и особенности функционирования основных типов преобразователей электроэнергии.</li> </ul>  |  |
| <p>ПК-6, ПК-7,<br/>ПК- 8, ДПК-2.</p> | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать перспективные направления развития силовой электроники с учетом мирового опыта и перспективных разработок;</li> <li>- применять современные методы и средства исследования для решения конкретных задач развития силовой электроники;</li> <li>- понимать и использовать характеристики силовых электронных приборов;</li> <li>- оценивать конструктивные особенности построения устройств промышленной электроники;</li> <li>- проводить оценку влияния конструктивных и схемотехнических факторов на характеристики электронных преобразователей;</li> <li>- оценивать эффективность преобразователей электрической энергии и их систем управления;</li> <li>- применять методики расчета силовой части устройств и системы управления и диагностики;</li> <li>- строить и использовать модели для описания процессов в приборах и устройствах силовой электроники;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по повышению эффективности преобразователей электрической энергии;</li> </ul> | <p>Письменный опрос.<br/>Лабораторные работы.<br/>Реферат.</p> |
| <p>ПК-8, ПК-9,<br/>ДПК-1, ДПК-3.</p> | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа работы преобразователей электрической энергии;</li> </ul>   | <p>Круглый стол, мини-конференция.<br/>Реферат.</p>            |



|  |  |                  |
|--|--|------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения сравнительного анализа электронных устройств преобразовательной техники;</li> <li>- навыками работы с системами проектирования приборов силовой электроники;</li> <li>- навыками самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники;</li> <li>- навыками расчета, проектирования и исследования эффективных вентильных преобразователей электроэнергии с параметрами, соответствующими требованиям технического задания;</li> <li>- навыками построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники.</li> </ul> | Курсовая работа. |
|--|--|------------------|

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции.

**ОПК-1** – способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)  | Оценочная шкала  |   |   |
|-----------|---|--|---|---|
|           |   | Удовлетворительно  | Хорошо  | Отлично   |
| Пороговый | Представление об основных проблемах проектирования инверторов и понимание методов их решения. | Знаком с современным состоянием, проблемами проектирования и использования на практике преобразователей электроэнергии | Показывает знания современного состояния, проблем проектирования и использования на практике различных видов преобразователей электроэнергии. | Демонстрирует четкие знания современных проблем и методов их решения в проектировании различных видов преобразователей электроэнергии, инверторов, частотно-регулируемых электроприводов. |

**ОПК-2** – способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)  | Оценочная шкала   |  |  |
|-----------|---|---|--|--|
|           |   | Удовлетворительно   | Хорошо   | Отлично  |
| Пороговый | Представление об использовании результатов освоения дисциплины проектирование и использование на практике инверторов. | Знаком с использованием результатов освоения дисциплины проектирование и использование на практике преобразователей электроэнергии. | Показывает знания использования результатов освоения дисциплины проектирование и использование на практике различных видов преобразователей электроэнергии, в том числе автономных инверторов. | Демонстрирует четкие знания использования результатов освоения дисциплины проектирование и использование на практике различных видов преобразователей электроэнергии, инверторов (АИН, АИТ, РАИ), частотно-регулируемых электроприводов. |

**ОПК-3** – способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность).

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)                      | Оценочная шкала  |   |   |
|-----------|---|--|---|---|
|           |   | Удовлетворительно  | Хорошо  | Отлично   |
| Пороговый | Представление о работе в коллективе, генерировании и обсуждении новых идей. | Знаком с современными методами работы в коллективе, генерировании и обсуждении новых идей. | Показывает знания современных методов работы в коллективе, генерировании и обсуждении новых идей. | Демонстрирует четкие знания и навыки применения современных методов работы в коллективе, генерировании и обсуждении новых идей. |

**ОПК-4** – способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)  | Оценочная шкала   |  |  |
|-----------|---|---|--|--|
|           |   | Удовлетворительно   | Хорошо   | Отлично  |
| Пороговый | Представление о самостоятельном приобретении и использовании новых знаний в современных методах разработки и применения инверторов. | Знаком с методами и приемами самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области разработки и применения инверторов. | Показывает знания современных методов и приемов самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области разработки и применения преобразователей электроэнергии и инверторов. | Демонстрирует четкие знания современных методов и приемов самостоятельного приобретения и использования новых знаний в области разработки и применения на практике различных видов преобразователей электроэнергии, инверторов, частотно-регулируемых электроприводов. |

**ОПК-5** - готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)   | Оценочная шкала  |  |   |
|-----------|--|--|--|---|
|           |  | Удовлетворительно  | Хорошо   | Отлично   |
| Пороговый | Представление об оформлении, докладе и аргументированной защите результатов выполненной работы по разработке и применению инверторов и преобразователей в силовой электронике. | Знаком с современными методами и приемами оформления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы по разработке и применению инверторов и преобразователей в силовой | Показывает знания современных методов и приемов оформления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы по разработке и применению инверторов и преобразователей | Демонстрирует четкие знания современных методов и приемов оформления, доклада и аргументированной защиты результатов выполненной работы по разработке и применению инверторов, преобразователей |

|  |  |              |   |  |
|--|--|--------------|---|--|
|  |  | электронике. | различных видов, в силовой электронике. | электроэнергии, частотно-регулируемых электроприводов в силовой электронике. |
|--|--|--------------|---|--|

**ПК-6** - способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)  | Оценочная шкала   |  |   |
|-----------|---|---|--|---|
|           |   | Удовлетворительно   | Хорошо   | Отлично   |
| Пороговый | Представление об анализе состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения литературных и патентных источников по инверторам. | Знаком с современными методами анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения литературных и патентных источников по преобразователям электроэнергии и инверторам. | Показывает знания современных методов анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения литературных и патентных источников по преобразователям электроэнергии различных типов, частотно-регулируемым приводам и инверторам. | Демонстрирует четкие знания современных методов анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения литературных и патентных источников по преобразователям электроэнергии различных типов, частотно-регулируемым приводам и автономным инверторам. |

**ПК-7** – готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.

| Уровень | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать) | Оценочная шкала   |            |               |
|---------|--|-------------------|------------|---------------|
|         |  | Удовлетворительно | Хорошо     | Отлично       |
| Порого- | Представление об                                       | Знаком с          | Показывает | Демонстрирует |

|     |  |   |  |  |
|-----|--|---|--|--|
| вый | определении цели, постановки задач по проектированию преобразователей электроэнергии и инверторов в силовой электронике, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ. | современными методами определения цели, постановки задач по проектированию преобразователей электроэнергии и инверторов в силовой электронике, подготовки технического задания на выполнение проектных работ. | знания современных методов определения цели, постановки задач по проектированию преобразователей электроэнергии и инверторов различных типов в силовой электронике, подготовки технического задания на выполнение проектных работ. | четкие знания современных методов определения цели, постановки задач по проектированию преобразователей электроэнергии, частотно-регулируемых электроприводов и инверторов различных типов в силовой электронике, подготовки технического задания на выполнение проектных работ. |
|-----|--|---|--|--|

**ПК-8** – способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)   | Оценочная шкала  |   |  |
|-----------|--|--|---|--|
|           |  | Удовлетворительно  | Хорошо  | Отлично  |
| Пороговый | Представление о проектировании преобразователей электроэнергии и инверторов в силовой электронике, с учетом заданных требований. | Знаком с проектированием преобразователей электроэнергии и инверторов различных типов в силовой электронике, с учетом заданных требований. | Показывает знания в области проектирования преобразователей электроэнергии, частотно-регулируемых электроприводов и инверторов различных типов в силовой электронике, с учетом заданных требований. | Демонстрирует четкие знания в области проектирования преобразователей электроэнергии, частотно-регулируемых электроприводов и автономных инверторов различных типов в силовой электронике, с учетом заданных требований. |

**ПК-9** – способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными

требованиями.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)   | Оценочная шкала   |  |  |
|-----------|--|---|--|--|
|           |  | Удовлетворительно   | Хорошо   | Отлично  |
| Пороговый | Представление о разработке проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями. | Знаком с современными методами разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями. | Показывает знания современных методов разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями. | Демонстрирует четкие знания современных методов разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями. |

**ДПК-1** – готовностью обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)   | Оценочная шкала  |   |   |
|-----------|--|--|---|---|
|           |  | Удовлетворительно  | Хорошо  | Отлично   |
| Пороговый | Представление об обосновании принятого конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники. | Знаком с современными методами обоснования принятого конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники. | Показывает знания современных методов обоснования принятого конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники. | Демонстрирует четкие знания современных методов обоснования принятого конкретного технического решения при создании электротехнического оборудования на базе силовой электроники. |

**ДПК-2** – способностью демонстрировать навыки выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)   | Оценочная шкала   |  |  |
|-----------|--|---|--|--|
|           |  | Удовлетворительно   | Хорошо   | Отлично  |
| Пороговый | Представление о демонстрации навыков выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием. | Знаком с современными методиками выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием. | Показывает знания современных методик выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием. | Демонстрирует четкие знания современных методик выполнения расчетов и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием. |

**ДПК-3** – способностью демонстрировать навыки построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники.

| Уровень   | Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)  | Оценочная шкала   |   |  |
|-----------|---|---|---|--|
|           |   | Удовлетворительно   | Хорошо  | Отлично  |
| Пороговый | Представление о построении схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники. | Знаком с методиками построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники. | Показывает знания современных методик построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники. | Демонстрирует четкие знания современных методик построения схем силовой части и систем управления устройств промышленной электроники . |

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.3.1. Контрольные вопросы.

1. Преобразователи электрические (инверторы), общее описание.
2. Классификация инверторов, общие сведения.
3. Инверторы зависимые (ведомые сетью).
4. Автономные (независимые) инверторы, разновидности.

5. Автономные инверторы напряжения (АИН) - однофазные и многофазные (двухфазные, трехфазные и т.д.). Однофазные одноплечные и двухплечевые (мостовые) схемы.

6. Автономные инверторы тока (АИТ), сравнительные характеристики.

7. Области применения инверторов. Питание потребителей переменным током. Электротранспорт. Электропривод с асинхронными и синхронными двигателями. Электротермия. Электроэнергетика.

8. Инверторы напряжения и тока.

9. Режимы работы источника питания инвертора.

10. Особенности протекания электромагнитных процессов в инверторах.

11. Классические схемы и принцип работы инверторов напряжения, тока и резонансных инверторов.

12. Питание и нагрузки инверторов напряжения и тока.

13. Параллельные, последовательные и последовательно-параллельные инверторы тока и напряжения.

14. Классификация и принципы проектирования автономных инверторов.

15. Автономные инверторы напряжения (АИН).

16. Классификация по виду входного напряжения. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов напряжения (АИН).

17. Автономные инверторы тока (АИТ).

18. Классификация по виду входного тока. Применение, схемотехнические решения и принцип работы автономных инверторов тока (АИТ).

19. Резонансные (РАИ) и другие автономные инверторы.

20. Резонансные (колебательные) автономные инверторы (РАИ): применение, схемотехнические решения и принцип работы.

21. Автономные инверторы (АИ): на вентилях с неполным управлением, на вентилях с полным управлением, с одноступенчатой коммутацией, с двухступенчатой коммутацией, параллельные АИ, последовательные АИ.

22. Классификация и принципы проектирования преобразователей частоты.

23. Классификация преобразователей частоты.

24. Непосредственные реверсивные тиристорные преобразователи.

25. Двухзвенные транзисторные и тиристорные преобразователи.



26. Преобразователь частоты, инвертор. Устройство, принцип работы, схемы управления и расчеты.

27. Частотные преобразователи, применяемые в регулируемом электроприводе.

28. Виды инверторов в зависимости от структуры и принципа работы силовой части.

29. Инверторы с явно выраженным промежуточным звеном постоянного тока.

30. Инверторы с непосредственной связью (без промежуточного звена постоянного тока). Структура преобразователя частоты: силовая и управляющая части.

31. Частотно-регулируемый электропривод.

32. Недостатки и преимущества асинхронных электродвигателей переменного тока.

33. Устройства (способы) регулирования скорости вращения исполнительного механизма.

34. Состав (схема) силовой части преобразователя частоты.

35. Состав (схема) управляющей части преобразователя частоты.

36. Преимущества использования преобразователей частоты на предприятиях.

37. Выбор частотного преобразователя для работы со специальными двигателями.

38. Рекуперирующий двухзвенный преобразователь частоты на основе инверторов тока.

39. Состав (схема) рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты на основе инверторов тока.

40. Принцип работы и применение рекуперирующего двухзвенного преобразователя частоты

41. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).

42. Схема трехфазно-однофазного НПЧ на основе трехфазных нулевых схем и его применение.

43. Схема, принцип работы и применение трехфазно-трехфазного НПЧ, выполненного на основе трехфазных мостовых схем.

44. Рекомендации по выбору преобразователя частоты (инвертора): Частотный алгоритм управления. Частотный алгоритм управления с обратной связью по скорости. Векторный алгоритм управления. Векторный алгоритм управления с обратной связью по скорости.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 15 баллов.

Самостоятельная работа магистров включает защита рефератов, анализ и защита результатов НИР, разбор актуальных научных публикаций, подготовка к контрольным вопросам и др.

Контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой системы в ДМ, включающих текущую, промежуточную и итоговую аттестации.

По результатам текущего и промежуточного контроля составляется академический рейтинг студента по каждому модулю и выводится средний рейтинг по всем модулям.

По результатам итогового контроля студенту засчитывается трудоемкость дисциплины в ДМ, выставляется дифференцированная отметка в принятой системе баллов, характеризующая качество освоения студентом знаний, умений и навыков по данной дисциплине.

В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен в 1-м семестре.

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине предполагают следующее распределение баллов.

Максимальное суммарное количество баллов по результатам текущей работы для каждого модуля – 40 баллов.

*Промежуточный контроль* освоения учебного материала по каждому модулю проводится преимущественно в форме тестирования.

Максимальное количество баллов за промежуточный контроль по одному модулю - 60 баллов. Результаты всех видов учебной деятельности за каждый модульный период оценивается рейтинговыми баллами.

Минимальное количество средних баллов по всем модулям, которое дает право студенту на положительные отметки без итогового контроля знаний:

- от 51 до 66 балла – удовлетворительно

- от 67 до 85 балла – хорошо

- от 86 до 100 балла – отлично

- от 51 и выше – зачет.

*Итоговый контроль* по дисциплине осуществляется преимущественно в форме тестирования по балльно-рейтинговой системе, максимальное количество которых равно – 100 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется в баллах. Удельный вес итогового контроля в итоговой оценке по дисциплине составляет 40%, среднего балла по всем модулям 60%.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) основная литература:

1. **Розанов Ю. К.** Силовая электроника: учебник для вузов/ Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Краснюк А.А.; 2-е изд., стер.- М.: МЭИ, 2009.-632 с. ISBN 987-5-383-00403-6: 713-40. (уч.-16), (16:25) (Учебник для Вузов).
2. **Попков О.З.** Основы преобразовательной техники: учеб. пособие для вузов/ Попков О.З.; 3-е изд. стер., - М.: МЭИ, 2010.- 200 с. ISBN 978-5-383-00402-9: 242-00. (уч-8), (8:25) (Гриф УМО).
3. **Лачин В.И.** Электроника: учеб. пособие для вузов/ Лачин В.И.; Савелов Н.С.; Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 703 с. ISBN 978-5-222-14809-9: 320-76 (уч.-44), (44:25) (Гриф УМО).

б) дополнительная литература:

1. **Феоктистов Н.А., Ромаш Э.М., Уфремов В.В.** Электронные устройства информационных систем и автоматики: Учебник.- М.: Дашков и К, 2011.- 248с. ISBN 978-5-394-01105-4. (Учебник для Вузов). Доступ [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)

2. **Семенов Б.Ю.** Силовая электроника: от простого к сложному.- М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.- 416с. ISBN 5-98003-223-1. Доступ [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
3. **Сукер К.** Силовая электроника. Руководство разработчика.- М.: Додэк-XXI, 2008.-415с. ISBN 978-5-98003-223-4. Доступ [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
4. **Корякин-Черняк С.Л., Партала О.Н., Давиденко Ю.Н., Володин В.Я.** Электротехнический справочник.-М.: Наука и Техника, 2009 г.-464с.ISBN 978-5-94387-806-0. Доступ [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
5. **Гейтенко Е.Н.** Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет: учеб. пособие для вузов/ Гейтенко Е.Н.; М.: СОЛОН-Пресс, 2008.- 448с. ISBN 978-5-91359-025-1: 460-62 (Гриф УМО)
6. Журнал «Практическая силовая электроника». Издатель ЗАО «ММП-Ирбис.
7. Журнал «Силовая электроника». Издательство "Файнстрит"

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

### ***Интернет ресурсы:***

[www.elsevierscience.ru](http://www.elsevierscience.ru)

[www.edu.ru](http://www.edu.ru)

[www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru)

[www.nisrussia.ru](http://www.nisrussia.ru)

[www.neicon.ru](http://www.neicon.ru)

[www.springerlink.cjm.journalsis](http://www.springerlink.cjm.journalsis)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Дагестанский государственный университет (физический факультет), реализующий основную образовательную программу по направлению подготовки магистра **210100 – «Электроника и наноэлектроника»**, располагает материально-технической базой, необходимой для проведения всех видов учебных дисциплин, предусмотренных учебным планом: спецпрактикума, лекционных, практических и семинарских занятий, деловых игр, презентаций, научно-исследовательской работы и др.

Материально-техническая база университета соответствует современным требованиям и включает в себя следующие лаборатории и оборудование на физическом факультете: 4 лекционных аудиторий; 7 аудиторий для практических и семинарских занятий; 11 учебных лабораторий для физического практикума по общему курсу физики; 13 учебных лабораторий специализации; 10 учебно-научных лабораторий; 16 научных лабораторий.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку магистров по магистерской программе **«Электроника и наноэлектроника»**, позволяет готовить магистров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника».

Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Методы исследования материалов для микро и наноэлектроники, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Реализация магистерской программы обеспечивается доступом каждого магистра к базам данных и библиотечным фондам, соответствующим по содержанию полному перечню дисциплин учебного плана, наличием УМК, методических пособий и рекомендаций по основным дисциплинам, а также видео- и мультимедийных материалов.

Для проведения аудиторных занятий (лекций, практических и лабораторных работ, консультации и т.п.) используются учебно-научные лаборатории кафедры экспериментальной физики общей площадью 380 м<sup>2</sup>. Используются также лабораторные базы факультета, учебно-научные комплексы, вычислительный центр, Интернет-центр, научная библиотека.

Физический факультет располагает более 50 учебными, учебно-научными и научными лабораториями, оснащенными современной диагностической и измерительной аппаратурой: Криогенная лаборатория, Зондовая нанолaborатория (NTEGRA- SPECTRA) для проведения комплекса исследований, Установка – NETZSCH LFA 457 /2/G фирмы NETZSCH для проведения измерений температуропроводности Micro Flash методом лазерной вспышки, Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 204 F1 Phoenix<sup>®</sup> фирмы NETZSCH, Сканирующий зондовый микроскоп LEO - 1450 с EDX – анализатором INCA-200, Спектральный комплекс на основе МДР-42 «Спектр» и др.

В учебном процессе используется приборная (инструментальной) база ЦКП, созданная, в том числе, в рамках ФЦП и программ РФФИ: Аналитическая спектроскопия ДГУ и Аналитический центр коллективного пользования ДНЦ РАН.

Для проведения научно-исследовательской работы и выполнения курсовых работ, магистерских диссертаций магистрами используются научные лаборатории кафедры, научный потенциал НИЛ «Твердотельная электроника», лаборатории ИФ ДНЦ РАН. Для этих целей магистры активно привлекаются к выполнению научных грантов РФФИ, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 годы, целевых программ РНП, целевым программам (ЕЗН) «Развитие научного потенциала высшей школы» и др. Подготовка магистров тна основе современных научных достижений – главная задача реализации магистерской программы «Физика полупроводников и диэлектриков».

Для проведения воспитательной работы с магистрами прикреплен отдельный куратор (из ППС кафедры), создан кураторский Совет физического факультета, а также введена должность зам. декана факультета по воспитательной работе.

Таким образом, существующая материально-техническая база соответствует целям образовательной программы и позволяет готовить магистров по соответствующей программе.