

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Системотехника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б1.В.ДВ3.2 «Структурная оптимизация преобразовательных комплексов»

научной специальности

13.06.01 «Электро- и теплотехника»

(Силовая электроника)

форма обучения – очная/заочная

курс – 4

зачетных единиц – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 18

практич. занятия - 18

самостоятельная работа – 36

аттестация – 7

Саратов, 2015

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью преподавания** дисциплины является подготовка специалиста высокой квалификации, способного выполнять все задачи, связанные решением задач управления и планирования в сложных системах, содержащих устройства силовой электроники, овладение им основными математическими моделями структурной оптимизации, приобретение навыков постановки и решения конкретных задач, встречающихся в практике проектирования преобразовательных комплексов (ПК).

**Задачи изучения дисциплины:** В результате изучения дисциплины аспирант должен владеть основными методами оптимизации преобразовательных систем, уметь переходить от постановки задачи к ее математической модели, определять класс, к которому относится данная задача, находить эффективные методы ее решения.

Освоение дисциплины должно способствовать развитию у аспиранта следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- способности совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;
- способности к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;
- способности применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;
- способности выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и структурной оптимизации ПК.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы послевузовского профессионального образования (ОПОП)

Предполагается, что аспирант освоил классические разделы математического анализа, такие как дифференциальное и интегральное исчисления, решение линейных дифференциальных уравнений, функции комплексного переменного. Аспирант должен быть знаком с элементами теории матриц, теории множеств, векторного исчисления, рядов и интегралов Фурье, численных методов решения систем линейных и нелинейных уравнений и реализацией этих методов на ЭВМ.

Аспирант должен также хорошо владеть технологией создания программного обеспечения на языке высокого уровня.

Совместно с остальными дисциплинами учебного плана специальности образует фундамент подготовки научного работника в области силовой электроники.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3), а также следующих профессиональных компетенций:
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ПК-1);
- способность использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки (ПК-6).

**Аспирант должен знать:** основные принципы построения и проектирования преобразовательных комплексов, математические методы структурной оптимизации ПК.

**Аспирант должен уметь:** строить оптимизационные модели элементов и систем, содержащих устройства силовой электроники, формулировать критерии качества функционирования систем, содержащих устройства силовой электроники.

**Аспирант должен владеть** методами анализа и синтеза систем, содержащих устройства силовой электроники, управления ПК и качеством потребляемой и генерируемой ими электроэнергией, стабилизации и управления выходными параметрами ПК.

## 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

| № модуля  | № недели | № темы | Наименование темы   | Часы  |        |                  |     |
|-----------|----------|--------|---|-------|--------|------------------|-----|
|           |          |        |   | Всего | Лекции | Практик. занятия | СРС |
| 4 семестр |          |        |   |       |        |                  |     |
| 1         | 7-13     | 1      | Понятие структурной оптимизации. Основные подходы. Методы многокритериальной оптимизации. | 24    | 6      | 6                | 12  |

|       |                |   |  |    |    |    |    |
|-------|----------------|---|--|----|----|----|----|
| 2     | 14-17<br>20-23 | 2 | Структурная оптимизация основных видов устройств силовой электроники | 24 | 6  | 6  | 12 |
| 3     | 24-31          | 3 | Структурной оптимизация преобразовательных агрегатов и комплексов    | 24 | 6  | 6  | 12 |
| Всего |                |   |  | 72 | 18 | 18 | 36 |

### 5. Содержание лекционного курса

| № тем<br>ы | Всего<br>часов | № лекции | Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции   |
|------------|----------------|----------|--|
| 1          | 2              | 1        | Применение основных процедур системного анализа при оптимизации преобразовательных комплексов            |
| 1          | 2              | 2        | Основные классы задач параметрической оптимизации. Их значение при структурной оптимизации               |
|            | 2              | 3        | Методы многокритериальной оптимизации  |
| 2          | 2              | 4        | Агрегирование как метод структурного синтеза   |
| 2          | 2              | 5        | Применение агрегирования для структурной оптимизации основных видов устройств силовой электроники        |
|            |                | 6        | Применение методов теории систем искусственного интеллекта для оптимизации устройств силовой электроники |
| 3          | 2              | 7        | Структурная оптимизации преобразовательных агрегатов   |
|            |                | 8        | Структурная оптимизации преобразовательных комплексов  |
| 3          | 2              | 9        | Структурная оптимизация преобразовательных комплексов с изменяемой структурой                            |

### 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы учебным планом не предусмотрены.

### 7. Перечень практических занятий

| № темы | Всего часов | № занятия | Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии  | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|-----------|---|---------------------------------|
| 1      | 2           | 1         | Изучение методов однокритериальной безусловной оптимизации  | Л4,5                            |
|        | 2           | 2         | Изучение методов многокритериальной оптимизации   | Л4,5                            |
|        | 2           | 3         | Нечеткие множества и нечеткие числа. Действия с нечеткими множествами. Оптимизация в условиях неопределенности  | Л4,5                            |
| 2      | 2           | 4         | Нечеткая логика. Лингвистические переменные. Нечеткие алгоритмы и нечеткие регуляторы.  | Л4                              |
|        | 2           | 5         | Изучение примеров нечетких систем управления преобразователями частоты.   | Л4                              |
|        | 4           | 6         | Нейронные сети. Изучения методов обучения. Примеры применения в системах управления преобразователями частоты.  | Л5                              |
| 3      | 2           | 7         | Оптимизация преобразовательного комплекса для питания групповой двигательной нагрузки   | Л5                              |
|        | 4           | 8         | Изучение SCADA-системы TRACE MOODE. Этапы создания систем управления на базе SCAD A – систем. Функциональные характеристики SCADA – систем. Функциональные возможности. Программно-аппаратные платформы SCADA – систем. Средства сетевой поддержки. Встроенные командные языки. | Л8                              |
|        | 3           | 9         | Проектирование систем с помощью SCADA-системы TRACE MOODE. Реализация одноконтурной системы автоматического регулирования преобразователя при помощи SCADA-системы TRACE MODE   | Л8                              |

### 8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### 9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

| № тем<br>ы | Вс<br>его<br>Ча<br>сов | Вопросы для самостоятельного изучения (задания)  | Литература |
|------------|------------------------|--|------------|
| 1          | 2                      | 3  | 4          |
| 1          | 2                      | Понятие о шкалах. Понятие критерия. Виды оптимизации   | Л 5        |
| 1          | 2                      | Виды параметрической оптимизации   | Л 5        |
| 1          | 2                      | Методы прямого поиска оптимума при отсутствии ограничений. Градиентные методы.   | Л.1        |
| 1          | 2                      | Оптимизация при наличии ограничений. Модифицированный метод Хука-Дживса, метод штрафных функций.   | Л 2        |
| 1          | 2                      | Многокритериальная оптимизация. Множество Парето. Методы компромисса.  | Л 3        |
| 1          | 2                      | Оптимизация в слабых шкалах. Бинарные отношения (строгого упорядочения, слабого, сильного качественного порядка). Нечеткие бинарные отношения. | Л 5, 6     |
| 1          | 2                      | Оптимизация в условиях стохастической неопределенности. Игры с «природой».   | Л 6        |
| 2          | 2                      | Постановка задачи синтеза вариантов структуры ПК.  | Л 5        |
| 2          | 2                      | Построение модульных объектов с заданными свойствами. Существование решения задачи синтеза.  | Л 5        |
| 2          | 2                      | Критерии оптимизации структуры преобразовательного комплекса. Унификация критериев   | Л 5        |
| 2          | 2                      | Многокритериальный выбор вариантов синтеза ПК. Выбор при равнозначных критериях. Примеры.  | Л 2        |
| 2          | 2                      | Выбор при неравнозначности критериев. Нечеткая мера ценностей критериев. Примеры.  | 3          |
| 2          | 2                      | Понятие о функции выбора. Механизмы выбора. Примеры.   | Л 6        |
| 2          | 2                      | Понятие об индикаторах (функции полезности). Применение при структурной оптимизации преобразователей.  | Л 3        |
| 3          | 2                      | Постановка задачи синтеза и оптимизации структуры многочастотной системы электроснабжения  | Л 5        |
| 3          | 2                      | Критерии оценки структуры многочастотной системы электроснабжения  | Л 6        |
| 3          | 2                      | Выбор структуры многочастотной системы электроснабжения при равнозначности критериев   | Л 5        |
| 3          | 2                      | Учет неравнозначности критериев с использованием неаддитивной меры их ценности   | Л 6        |
| 3          | 2                      | Синтез и оптимизация преобразовательных комплексов с перестраиваемой структурой  | Л 5        |
| 3          | 2                      | Синтез и оптимизация автономного инвертора с перестраиваемой структурой  | Л 6        |
| 3          | 2                      | Синтез и оптимизация преобразователя для питания асинхронного двигателя с перестраиваемой структурой   | Л 5        |

### Вопросы к контролю самостоятельной работы аспирантов

1. Понятия о шкалах
2. Понятие критерия.
3. Виды оптимизации
4. Виды параметрической оптимизации
5. Методы прямого поиска оптимума при отсутствии ограничений
6. Градиентные методы
7. Оптимизация при наличии ограничений.
8. Модифицированный метод Хука-Дживса
9. Метод штрафных функций
10. Многокритериальная оптимизация. Множество Парето
11. Методы компромисса
12. Оптимизация в слабых шкалах..
13. Бинарные отношения (строгого упорядочения, слабого, сильного качественного порядка).
14. Нечеткие бинарные отношения
15. Выбор при неравнозначности критериев

16. Оптимизация в условиях стохастической неопределенности
17. Синтез структуры многочастотной системы электроснабжения
18. Синтез и оптимизация ПК на основе топологических методов
19. Критерии оптимизации структуры преобразовательного комплекса.
20. Унификация критериев
21. Многокритериальный выбор вариантов синтеза ПК при равнозначных критериях
22. Нечеткая мера ценностей критериев.
23. Выбор при неравнозначности критериев
24. Преобразовательные комплексы с перестраиваемой структурой
25. Синтез и оптимизация автономного инвертора с перестраиваемой структурой
26. Синтез и оптимизации преобразователя для питания асинхронного двигателя с перестраиваемой структурой

### 10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа учебным планом не предусмотрена.

### 11. Курсовая работа

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена.

### 12. Курсовой проект

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающихся в аспирантуре должны быть сформулированы следующие компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-6:

способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОПК-2);

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОПК-3);

способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий (ПК-1);

способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и структурной оптимизации преобразовательных комплексов (ОПК-6).

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ОПК- 2                               | Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий  |
| Ступени уровней освоения компетенций | Отличительные признаки   |
| Пороговый (удовлетворительно)        | <p><b>Знает:</b> Знает лишь базовые сведения о новейших информационно-коммуникационных и других современных технологиях, применяемых в научных исследованиях.</p> <p><b>Умеет:</b> с некоторыми затруднениями осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p> <p><b>Владеет:</b> в ограниченной степени культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p> |
| Продвинутой (хорошо)                 | <p><b>Знает:</b> в достаточном объеме новейшие информационно-коммуникационные и другие современные технологии, применяемые в научных исследованиях.</p> <p><b>Умеет:</b> уверенно осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с применением новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p> <p><b>Владеет:</b> на достаточном уровне культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p>                                 |

|                      |  |
|----------------------|--|
| Высокий<br>(отлично) | <p><b>Знает:</b> в полном объеме характеристики и возможности новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий, применяемых в научных исследованиях</p> <p><b>Умеет:</b> свободно осуществлять отбор и применять на практике оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p> <p><b>Владеет:</b> свободно культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий</p> |
|----------------------|--|

|  |   |
|--|---|
| ОПК3   | Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности |
| В результате формирования компетенции ОПК-3 аспирант должен: |   |
|  | <b>Знать:</b> принципы разработки новых методов исследования в области силовой электроники .  |
|  | <b>Уметь:</b> применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.                        |
|  | <b>Владеть:</b> принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.                              |

#### Показатели оценивания результатов

|              | Шкала оценивания  |  |  |  |
|--------------|---|--|--|--|
|              | 2(не зачтено)   | 3 (зачтено)  | 4(зачтено)   | 5 (зачтено)  |
| <b>ОПК-3</b> | <p>не владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники .</p> <p>Не владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> <p>Не владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> | <p>Слабо владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники .</p> <p>Слабо владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> <p>Слабо владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> | <p>На хорошем уровне знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники .</p> <p>На хорошем уровне владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> <p>На хорошем уровне владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> | <p>На высоком уровне владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники .</p> <p>На высоком уровне владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> <p>На высоком уровне владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.</p> |

|        |   |
|--------|---|
| ПК - 1 | Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности |
|--------|---|

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Ступени уровней освоения компетенций | Отличительные признаки |
|--------------------------------------|------------------------|

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Пороговый<br>(удовлетворительно) | <p><b>Знает:</b> в целом, но не систематически способы самостоятельного обучения новым методам исследования;</p> <p><b>Умеет:</b> с некоторыми затруднениями использовать на практике навыки и умения обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p><b>Владеет:</b> в целом успешно, но не систематически навыками и умениями обучения новым методам исследования, изменения научного профиля своей профессиональной деятельности, изменения социокультурных и социальных условий деятельности</p>  |
| Продвинутый (хорошо)             | <p><b>Знает:</b> с некоторыми пробелами способы самостоятельного обучения новым методам исследования</p> <p><b>Умеет:</b> Успешное, но содержащее отдельные пробелы использование на практике навыков и умения обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p><b>Владеет:</b> на достаточном уровне навыками и умениями обучения новым методам исследования, способностью к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p>  |
| Высокий (отлично)                | <p><b>Знает:</b> Успешное и систематическое знание способов самостоятельного обучения новым методам исследования</p> <p><b>Умеет:</b> Успешное и систематическое использование на практике навыков и умения обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> <p><b>Владеет:</b> Успешное и систематическое владение навыками и умениями обучения новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности</p> |

|        |  |
|--------|--|
| ПК - 6 | Способность использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки |
|--------|--|

| Ступени уровней освоения компетенций | Отличительные признаки  |
|--------------------------------------|---|
| Пороговый<br>(удовлетворительно)     | <p><b>Знает:</b> В целом успешное, но не систематическое знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p><b>Умеет:</b> В целом успешное, но не систематическое использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p> <p><b>Владеет:</b> В целом успешное, но не систематическое владение способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p>       |
| Продвинутый (хорошо)                 | <p><b>Знает:</b> Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p><b>Умеет:</b> Успешное, но содержащее отдельные пробелы использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p> <p><b>Владеет:</b> Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p> |
| Высокий (отлично)                    | <p><b>Знает:</b> Успешное и систематическое знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p><b>Умеет:</b> Успешное и систематическое использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p> <p><b>Владеет:</b> Успешное и систематическое владение способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки</p>  |

## Вопросы к контролю самостоятельной работы аспирантов

1. Понятия о шкалах
2. Понятие критерия.
3. Виды оптимизации
4. Виды параметрической оптимизации
5. Методы прямого поиска оптимума при отсутствии ограничений
6. Градиентные методы
7. Оптимизация при наличии ограничений.
8. Модифицированный метод Хука-Дживса
9. Метод штрафных функций
10. Многокритериальная оптимизация. Множество Парето
11. Методы компромисса
12. Оптимизация в слабых шкалах..
13. Бинарные отношения (строгого упорядочения, слабого, сильного качественного порядка).
14. Нечеткие бинарные отношения
15. Выбор при неравнозначности критериев
16. Оптимизация в условиях стохастической неопределенности
17. Синтез структуры многократной системы электроснабжения
18. Синтез и оптимизация ПК на основе топологических методов
19. Критерии оптимизации структуры преобразовательного комплекса.
20. Унификация критериев
21. Многокритериальный выбор вариантов синтеза ПК при равнозначных критериях
22. Нечеткая мера ценностей критериев.
23. Выбор при неравнозначности критериев
24. Преобразовательные комплексы с перестраиваемой структурой
25. Синтез и оптимизация автономного инвертора с перестраиваемой структурой
26. Синтез и оптимизации преобразователя для питания асинхронного двигателя с перестраиваемой структурой

### 14. Образовательные технологии

При проведении аудиторных занятий используются мультимедийные средства, программные средства моделирования процессов в электрических и электронных схемах MATLAB.

Для выполнения самостоятельной работы студентам предоставляются ресурсы библиотеки СГТУ, интернет – ресурсы.

Контроль усвоения лекционных материалов и самостоятельной работы осуществляется в форме коллоквиумов, дискуссий по основным вопросам образовательной программы, консультаций по отдельным разделам ОП.

### 15. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мыцык Г.С. Поисковое проектирование устройств силовой электроники (трансформаторно-полупроводниковые устройства): учебное пособие / Г.С. Мыцык, А.В. Бериллов, В.В. Михеев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. -284 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrarv.ru/book/MPEI64.html>
2. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: Учебник для ВУЗов, -М.: Издательский дом МЭИ, 2009.-632с. Экземпляры всего: 10.
3. Розанов Ю.К. Силовая электроника [Электронный ресурс] : / Розанов Ю.К. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2009. - Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. - М.: Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI3.html>
4. Грешилов, А. А. Математические методы принятия решений: учеб. пособие / А. А. Грешилов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. (24 экз. НТБ СГТУ)
5. Демидова, Л. А. Принятие решений в условиях неопределенности [Текст]: монография / Демидова Л. А. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12031>

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов - Москва : ДМК-пресс, 2011. - 416 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrarv.ru/book/ISBN9785940747116.html>
7. Розанов. Ю. К. Электронные устройства электромеханических систем : учеб. пособие / Ю. К. Розанов, Е. М. Соколова. - 2-е изд., стереотип. - М. : ИЦ "Академия", 2006. - 272 с. Экземпляры всего: 1
8. Игнатъев, А. А. Интеллектуальные технологии в машиностроении : учеб. пособие для студ. машиностроительных спец. / А. А. Игнатъев, Е. М. Самойлова, С. А. Игнатъев ; Саратовский гос. техн. ун-т . - Саратов : СГТУ, 2012. - Ч. 2. - 2015. - 92 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 87-88 (16 назв.). - ISBN 978-5-7433-2804-8 : 40 экз.



9. Учаев, П. Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учеб. пособие / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева; под общ. ред. П. Н. Учаева. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. (10 экз. НТБ СГТУ)

#### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

10. Журнал «Практическая силовая электроника». – 2011 – 2015 гг.
11. Известия ВУЗов. Электромеханика. 2005-2015 гг.
12. Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2005-2015 гг.
13. Электричество. 2005-2015 гг.
14. Электротехника. 2005-2015 гг.

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

15. <http://www.ozon.ru>
16. <http://www.bolero.ru/catalog/books>
17. <http://www.bookvoed.ru>
18. <http://www.obuk.ru/science>

#### **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Используется мультимедийные средства, дисплейные классы, лицензированные программные продукты MATLAB.

#### **17. Особенности организации процесса сдачи кандидатского экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

– для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

– для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

– для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих

все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

**Составители рабочей программы:**