

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ1.3 «Методы исследования динамики устройств силовой
электроники»

научной специальности

05.09.12 – «Силовая электроника»

Технические науки

форма обучения – очная

курс – 3

зачетных единиц – 3

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 18

практические занятия -18

самостоятельная работа – 72

аттестация – 5

Саратов, 2015

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение принципов анализа и синтеза автоматических систем, в состав которых входят устройства силовой электроники, построение математических моделей, овладение необходимым для этого математическим аппаратом

Задачи изучения дисциплины: в результате изучения дисциплины студент должен знать методы описания процессов преобразования детерминированных и случайных сигналов в линейных, нелинейных и дискретных системах, в состав которых входят устройства силовой электроники, математический аппарат, необходимый для решения задач устойчивости и качества регулирования, а также методы синтеза таких систем с помощью современных информационных технологий.

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

Предполагается, что аспирант освоил классические разделы математического анализа, такие как дифференциальное и интегральное исчисления, решение линейных дифференциальных уравнений, функции комплексного переменного, теории управления. 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 следующей общепрофессиональной компетенции: 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 идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели (ПК-3);

– способность применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач (ПК-4).

Аспирант должен знать: основные принципы управления электротехническими и преобразовательными комплексами (ПК), математические методы описания динамики систем управления ПК.

Аспирант должен уметь: строить динамические модели элементов и систем, содержащих устройства силовой электроники, анализировать системы на устойчивость и качество регулирования и управления.

Аспирант должен владеть методами анализа и синтеза систем регулирования, управления ПК и качеством потребляемой и генерируемой ими электроэнергии, стабилизации выходных параметров ПК.

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Ауд	СРА
6	23-25	6	Основные понятия теории и принципы исследования динамики устройств СЭ	36	6	-	6	12	36
7	26-28	7	Математические модели объектов и систем преобразовательной техники	36	6	-	6	12	36
8	29-31	8	Методы исследования динамики ПК	36	6	-	6	12	36
Всего				108	18		18	36	72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции
--------	-------------	----------	--

1	2	1	Основные понятия теории управления
1	2	2	Основные виды автоматических систем на основе устройств силовой электроники
1	2	3	Особенности автоматических систем, содержащих устройства силовой электроники
2	2	2	Методы исследования статики и динамики автоматических систем, содержащих устройства силовой электроники
2	2	2	Методика построения моделей автоматических систем, содержащих устройства силовой электроники, в пространстве состояний
2	2	2	Методика построения моделей автоматических систем, содержащих устройства силовой электроники, в форме «вход-выход»
3	2	3	Методы анализа замкнутых систем управления преобразовательными комплексами
3	2	3	Методы синтеза замкнутых систем управления систем, содержащих устройства силовой электроники,
3	2	3	Моделирование динамики замкнутых систем управления автоматических систем, содержащих устройства силовой электроники,

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрено.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции
1	2	3	4
1	2	1	Основные понятия теории управления
1	2	2	Основные виды автоматических систем на основе устройств силовой электроники
1	2	3	Особенности устройств силовой электроники, как элементов автоматических систем
2	2	4	Численные методы динамической идентификации устройств силовой электроники
2	2	5	Построение модели трехфазного инвертора напряжения в пространстве состояний
2	2	6	Построение модели трехфазного инвертора напряжения в форме «вход-выход»
3	2	7	Анализ замкнутой системы стабилизации выходного напряжения преобразователя на основе трехфазного инвертора напряжения
3	2	8	Анализ замкнутой системы стабилизации выходного напряжения преобразователя на основе трехфазного инвертора тока
3	2	9	Моделирование динамики замкнутых систем управления преобразовательными комплексами

8. Перечень лабораторных работ.

Учебным планом не предусмотрено

9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1	5	Понятие об управлении. Устройства силовой электроники как динамические системы	Л 1
1	5	Системы стабилизации и регулирования выходного напряжения полупроводниковых источников постоянного напряжения на основе выпрямителей	Л 1-3
1	5	Стабилизация и регулирование выходного напряжения полупроводниковых источников на основе импульсных регуляторов	Л 1-3
1	5	Системы стабилизации и регулирования выходного напряжения источников переменного напряжения на основе непосредственных преобразователей	Л 1

1	5	Стабилизация и регулирование выходного напряжения источников переменного напряжения на основе инверторов тока	Л 2
1	5	Управление источниками переменного напряжения для частотного электропривода на основе инверторов напряжения	Л 2
2	5	Требования к системам управления вентильными преобразователями	Л 3
2	5	Многоканальная синхронная разомкнутая система управления «вертикального» типа. Структура системы. Передаточные характеристики системы	Л 1-6
2	5	Одноканальная асинхронная система управления непрерывного слежения	Л 1-3
2	5	Одноканальная асинхронная система управления непрерывного слежения	Л 1-6
2	5	Особенности управления преобразователями с широтно-импульсным регулированием	Л 1-5
2	5	Управление преобразователями на вентилях с полным управлением с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией	Л 1-3
3	5	Особенности управления некоторыми видами преобразователей на вентилях с неполным управлением	Л 1-3
3	5	Системы вертикального управления с формированием фазных напряжений трехфазного инвертора	Л 1-3
3	2	Дискретные динамические модели устройств силовой электроники. Метод z-преобразования. Матричный метод на основе метода одного интервала.	Л 1-3
3	5	Непрерывные динамические модели устройств силовой электроники.	Л 1-6
3	5	«Огибающая система» на основе матричного логарифма.	Л 1-3
3	5	Модели устройств силовой электроники на основе классических методов идентификации.	Л 2

Вопросы к контролю самостоятельной работы аспирантов

1. Понятие об управлении
2. Принципы управления
3. Виды систем управления
4. Основные типы динамических звеньев
5. Математические модели динамических систем
6. Модель «вход-выход», модель в пространстве состояний.
7. Устройства силовой электроники как динамические системы.
8. Преобразовательные комплексы как объекты управления
9. Преобразовательные комплексы и информационные технологии
10. Классификация моделей устройств силовой электроники
11. Динамические модели основных типов вентиляей
12. Динамические модели выпрямителей и ведомых инверторов.
13. Динамические модели инверторов тока
14. Динамические модели преобразовательных комплексов
15. Динамические модели преобразовательных комплексов
16. Требования к системам управления вентильными преобразователями
17. Многоканальная синхронная разомкнутая система управления «вертикального» типа.
18. Одноканальная асинхронная система управления непрерывного слежения
19. Метод функций от матриц. Метод одного интервала.
20. Особенности управления преобразователями с широтно-импульсным регулированием
21. Компьютерное моделирование динамики ПК
22. Применение стандартных пакетов исследования динамики.
23. Понятие об идентификации
24. Модели устройств силовой электроники на основе классических методов идентификации.

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрено

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрено

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрено

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) Б1.В.ДВ1.2 «Устройства силовой электроники как элементы САУ»

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б1.В.ДВ1.2 «Устройства силовой электроники как элементы САУ» должны формироваться, общепрофессиональные компетенции ОПК-3 и профессиональные компетенции ПК-3 и ПК-4.

- Под компетенцией ОПК -3 понимается способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности .

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навыки)
ОПК-3	Знать: принципы разработки новых методов исследования в области силовой электроники .
	Уметь: применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.
	Владеть: 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)
ОПК-3	Не владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники . Не владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники. Не владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.	Слабо владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники . Слабо владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники. Слабо владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.	На хорошем уровне знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники . На хорошем уровне владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники. На хорошем уровне владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.	На высоком уровне владеет знанием принципов разработки новых методов исследования в области силовой электроники . На высоком уровне владеет умением применять принципы разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники. На высоком уровне владеет принципами разработки новых методов исследования в самостоятельной научной деятельности в области силовой электроники.

Под компетенцией ПК-3 понимается способность идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели.

ПК3	Знать: методы идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей
	Уметь: идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели
	Владеть: способностью идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели

Показатели оценивания результатов

Шкала оценивания				
	2(не зачтено)	3 (зачтено)	4(зачтено)	5 (зачтено)
ПК-3	Фрагментарное знание методов идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Фрагментарное использование идентификации основных процессов в	В целом успешное, но не систематическое знание методов идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; В целом успешное, но не систематическое использование	Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание методов идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое знание методов идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Успешное и систематическое

преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Частичное владение способностью идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели	идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; В целом успешное, но не систематическое способностью идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели	пробелы использование идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Успешное, но содержащее отдельные пробелы способностью идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели	использование идентификации основных процессов в преобразовательных комплексах и разработки их рабочих моделей; Успешное и систематическое владение способностью идентифицировать основные процессы в преобразовательных комплексах и разрабатывать их рабочие модели
--	--	--	--

Под компетенцией ПК -4 понимается способность применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач.

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
ПК-4	Знать: задачи своей профессиональной деятельности, методы, средства, технологии, алгоритмы их решения
	Уметь: применять знание задач своей профессиональной деятельности, методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач
	Владеть: способностью применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач

Показатели оценивания результатов

	Шкала оценивания			
	2(не зачтено)	3 (зачтено)	4(зачтено)	5 (зачтено)
ПК4	<p>Фрагментарное знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>Фрагментарное применение знаний задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>Частичное владение методами решения задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>В целом успешное, но не систематическое применение знаний задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>В целом успешное, но не систематическое владение методами решения задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели),</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы применение знаний задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методами решения задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели),</p>	<p>Успешное и систематическое знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач</p> <p>Успешное и систематическое применение знаний задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач;</p> <p>Успешное и систематическое владение решения методами задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели),</p>

		характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач	характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач	характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач
--	--	--	--	--

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

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Изд-во "Политехника", 2005. - 302 с. Экземпляры всего: 5
2. Подчукаев, В. А. Теория автоматического управления. Аналитические методы [Текст] : учебник для вузов / В. А. Подчукаев. - М. : Физматлит, 2005. - 392 с. Экземпляры всего: 60
3. Мызык Г.С. Поисковое проектирование устройств силовой электроники (трансформаторно-полупроводниковые устройства): учебное пособие / Г.С. Мызык, А.В. Бериллов, В.В. Михеев. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. -284 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI64.html>
4. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника: Учебник для ВУЗов, -М.: Издательский дом МЭИ, 2009.-632с. Экземпляры всего: 10.
5. [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>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Певзнер, Л. Д. Практикум по теории автоматического управления : учеб. пособие / Л. Д. Певзнер. - М. : Высшая школа, 2006. - 590 с. : Экземпляры всего: 10
7. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов - Москва : ДМК-пресс, 2011. - 416 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747116.html>
8. 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

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

9. Журнал «Электричество».
10. Журнал «Известия ВУЗов», Серии: Электромеханика, Электроника.
11. Журнал «Практическая силовая электроника».
12. Вестник Саратовского государственного технического университета.
13. Известия Томского политехнического университета.
14. Вестник Московского энергетического института.
15. Вестник УГАТУ.
16. Научный вестник Новосибирского государственного технического университета.
17. Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность.
18. Известия СПб ГЭТУ «ЛЭТИ».
19. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

20. <http://www.ozon.ru>
21. <http://www.bolero.ru/catalog/books>
22. <http://www.bookvoed.ru>
23. <http://www.obuk.ru/science>

При изучении дисциплины студенты используют персональные компьютеры лабораторий кафедры «Системотехника» с установленным программным обеспечением: : Borland Turbo Delphi, Microsoft Visual C++ 2005 ATL Update kb973923, Microsoft Visual C++ 2005 Express Edition, Mathcad 14.0, Maxima 5.11.0, scilab-5.0.3.

Лекции проводятся в лекционной аудитории 308, корпуса 2, оснащенной мультимедийным оборудованием.

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: