

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

Кафедра «Системотехника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

*«Б1.В.ДВ2 Моделирование преобразователей и преобразовательных комплексов»*  
направления подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 13.06.01  
«Электро- и теплотехника»

*(Силовая электроника)*

форма обучения – очная  
зачетных единиц – 2  
всего часов – 72,  
в том числе:  
лекции – 18  
коллоквиумы – не предусмотрены  
практические занятия – не предусмотрены  
лабораторные занятия – не предусмотрены  
самостоятельная работа – 54  
экзамен – не предусмотрен  
зачет – 6 семестр  
РГР – не предусмотрена  
курсовая работа – не предусмотрена  
курсовой проект – не предусмотрен

Саратов, 2015

## 1. Цели и задачи дисциплины

### Целями преподавания дисциплины являются:

- освоение современных методов моделирования и программных средств, используемых для исследования переходных и установившихся режимов работы преобразователей и преобразовательных комплексов;
- приобретение навыков моделирования и использования прикладных программ для решения задач электроснабжения с использованием устройств силовой электроники.

### Задачами дисциплины являются:

- формирование у аспирантов прочной теоретической базы в области общих физических закономерностей функционирования устройств силовой электроники и преобразовательных комплексов на их основе;
- подготовка специалистов, владеющих общими принципами и методами математического моделирования в инженерной деятельности и имеющих навыки их практического использования в области электроэнергетики и электротехники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ2 относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной образовательной программы (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направленности «05.09.12 Силовая электроника» направления 13.06.01 «Электро- и теплотехника».

Дисциплина базируется на дисциплинах «Высшая математика» (разделы «Дифференциальное и интегральное исчисление», «Ряды и преобразование Фурье»), «Теоретические основы электротехники» (разделы «Электрические цепи переменного тока», «Теория электромагнитного поля»), а также «Электроника».

Для успешного усвоения аспирантами данного курса также необходимы базовые знания математики и информатики и предварительное изучение дисциплины «Методика научного исследования».

Знания, полученные в результате освоения дисциплины, могут быть использованы в дальнейшем при выполнении программы подготовки, в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, а также при подготовке научно-квалификационной работы аспиранта.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

1. Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2).
2. Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности (ПК-1).
3. Способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности (ПК-2).
4. Способность использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки (ПК-6).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### знать

- новейшие информационно-коммуникационные и другие современные технологии, применяемых в научных исследованиях переходных и установившихся режимов работы преобразователей и преобразовательных комплексов;
- профессиональные программные среды для проведения моделирования;
- способы самостоятельного обучения новым методам исследования, в том числе при изменении научного профиля своей профессиональной деятельности;
- методологические основы научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, а также организации научно-исследовательских и научно-производственных работ в коллективных проектах;

### уметь

- анализировать и описывать физические процессы, протекающие в устройствах силовой электроники, осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий;
- обучаться новым методам исследования, составлять математические модели, описывающие различные технологические и электротехнические процессы;
- применять методологические основы научного познания и творчества при моделировании устройств силовой электроники и преобразовательных комплексов на их основе;

**владеть**

- культурой научных исследований с использованием современных математических методов формализации процессов в устройствах силовой электроники и преобразовательных комплексах на их основе;
- навыками обучения новым методам исследования устройств силовой электроники на основе математического моделирования;
- современными методами расчета токов и напряжений в устройствах силовой электроники и преобразовательных комплексах на их основе и оценки качества полученных результатов;
- способностью организации научно-исследовательских и научно-производственных работ в управлении коллективной разработкой преобразовательных комплексов, реализация которых осуществляется технологиями моделирования.

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
				Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	1	Понятие математической и компьютерной моделей преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники	12	2	-	-	4
1	3,4	2	Представление математической модели в виде эквивалентных схем электрических цепей	12	2	-	-	6
1	5,6	3	Основные сведения о среде научных и инженерных расчетов Matlab	12	2	-	-	6
1-2	7-10	4	Моделирование устройств силовой электроники и систем управления ими в среде Matlab+Simulink	12	4	-	-	8
2	11-14	5	Моделирование преобразовательных комплексов для умных сетей в среде Matlab+Simulink	24	4	-	-	12
2	15,16	6	Моделирование систем электропривода в среде Matlab+Simulink	24	2	-	-	10
2	17,18	7	Особенности имитационного моделирования сложных преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники	12	2	-	-	8
Всего				72	18	-	-	54

**5. Содержание лекционного курса**

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<u>Тема: Понятие математической и компьютерной моделей преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники.</u> Электрическая и тепловая модели преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники. Применение теории подобия для математического моделирования типовых устройств силовой электроники.	[16/1.1. Лекции], [1], [2], [5], [8], [9]
2	2	2	<u>Тема: Представление математической модели в виде эквивалентных схем электрических цепей.</u> Эквивалентные схемы типовых	[16/1.1. Лекции], [1], [3]

			элементов и узлов объектов силовой электроники. Методы построения эквивалентных схем математических моделей. Объединение моделей отдельных подсистем в единую систему.	
3	2	3	<u>Тема: Основные сведения о среде научных и инженерных расчетов Matlab.</u> Основные инструментари Simulink. Библиотека математических функций. Библиотека SimPowerSystems.	[16/1.1. Лекции], [3], [4]
4	4	4	<u>Тема: Моделирование устройств силовой электроники в среде Matlab+Simulink.</u> Компьютерные модели полупроводниковых приборов и узлов на их основе.	[16/1.1. Лекции], [3], [6], [7]
		5	<u>Тема: Моделирование систем управления устройствами силовой электроники в среде Matlab+Simulink.</u> Имитационные модели типовых узлов систем управления устройствами силовой электроники.	[16/1.1. Лекции], [5], [6], [7]
5	4	6	<u>Тема: Использование устройств силовой электроники в интеллектуальных сетях (Smart Grids) и моделирование их основных режимов.</u> Понятие интеллектуальной сети (Smart Grid). Моделирование «микросетей» (microgrid) на базе устройств силовой электроники.	[16/1.1. Лекции], [7], [10]
		7	<u>Тема: Моделирование преобразовательных комплексов для умных сетей в среде Matlab+Simulink.</u> Имитационные модели полупроводниковых преобразователей электроэнергии переменного тока в постоянный. Имитационные модели полупроводниковых преобразователей электроэнергии постоянного тока в переменный.	[16/1.1. Лекции], [1], [3], [6], [7]
6	2	8	<u>Тема: Моделирование систем электропривода в среде Matlab+Simulink.</u> Модель двигателя на базе источника тока. Модель двигателя на базе источника напряжения. Моделирование системы «преобразователь частоты-групповая двигательная нагрузка».	[16/1.1. Лекции], [1], [3], [7]
7	2	9	<u>Тема: Особенности имитационного моделирования сложных преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники.</u> Достоверность результатов моделирования. Обеспечение устойчивости процесса моделирования. Приемы упрощения схем при моделировании. Моделирование процессов с различными временными характеристиками.	[16/1.1. Лекции], [2], [5], [8]

#### 6. Коллоквиумы

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом.

#### 7. Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

#### 9. Задания для самостоятельной работы аспирантов

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Моделирование преобразователей и преобразовательных комплексов», направленная на углубление и закрепление знаний аспиранта, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам, вынесенным на самостоятельную проработку;
- подготовка к зачету.

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	6	Цель моделирования преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники на ЭВМ. Соотношение понятий «эксперимент» и «машинное моделирование». Основные характерные черты машинной модели системы. Особенности имитационного моделирования систем. Эффективность моделирования систем на ЭВМ. Электрическая и тепловая подсистемы модели преобразовательного комплекса. Теории подобия при	[2], [5], [8], [12]

		моделировании основных подсистем силовых преобразовательных модулей.	
2	8	Математическая модель в виде эквивалентных схем электрических цепей. Эквивалентные схемы типовых элементов и узлов устройств силовой электроники и методы их построения. Статические и динамические модели объекта. Типовые схемы, используемые при моделировании сложных систем и их элементов. Условия и особенности использования при разработке моделей систем различных типовых схем..	[1], [3], [5], [9], [11], [13], [14]
3	8	Среда научных и инженерных расчетов Matlab. Операционная среда Simulink. Основные приемы подготовки и редактирования модели. Установка параметров моделирования и его выполнение Обзор основной библиотеки Simulink. Библиотека блоков SimPowerSystems. Элементы силовой электроники Power Electronics.	[3], [4], [15]
4	8	Моделирование полупроводниковых приборов и узлов на их основе в среде Matlab+Simulink. Силовой диод Diode. Тиристор Thyristor, Detailed Thyristor. Полностью управляемый тиристор GTO Thyristor. Биполярный транзистор IGBT. Транзистор MOSFET. Идеальный ключ Ideal Switch. Универсальный мост Universal Bridge. Трехуровневый мост Three_Level Bridge. Измерительные и контрольные устройства. Моделирование систем импульсно-фазового управления.	[1], [3], [6], [7], [12], [15]
5	8	Понятие и основные положения концепции интеллектуальной сети (Smart Grid). Функциональные свойства энергосистемы на базе концепции Smart Grid. Моделирование устройств силовой электроники в Smart Grids. Имитационные модели активных выпрямителей. Имитационные модели инверторов напряжения. Моделирование статического компенсатора реактивной мощности.	[1], [3], [4], [10], [15]
6	8	Системы электропривода и их моделирование в среде Matlab+Simulink. Машина постоянного тока DC Machine. Асинхронная машина Asynchronous Machine. Модель системы электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением. Моделирование системы «преобразователь частоты - асинхронный двигатель».	[1], [3], [4], [6], [7], [11], [13], [14], [15]
7	8	Реализация моделирования сложных преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники. Особенности моделирования схем силовой электроники. Оценка достоверности результатов моделирования. Выбор метода интегрирования и обеспечение устойчивости процесса моделирования. Проведение серии вычислительных экспериментов.	[1], [3], [5], [11], [13], [14], [15]

#### **10. Расчетно-графическая работа**

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом.

#### **11. Курсовая работа**

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

#### **12. Курсовой проект**

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

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

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Моделирование преобразователей и преобразовательных комплексов» должны быть сформированы: общепрофессиональная компетенция ОПК-2 и профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2 и ПК-6.

**Уровни освоения компетенций**

ОПК-2	Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
<b>Ступени уровней освоения компетенций</b>	<b>Отличительные признаки</b>
Пороговый (удовлетворительно)	Знает: Слабо владеет знаниями новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий, применяемых в научных исследованиях. Умеет: Слабо владеет умением осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий. Владеет: слабо культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий.
Продвинутый (хорошо)	Знает: На хорошем уровне владеет знаниями новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий, применяемых в научных исследованиях. Умеет: На хорошем уровне владеет умением осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий. Владеет: на хорошем уровне культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий.
Высокий (отлично)	Знает: На высоком уровне владеет знаниями новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий, применяемых в научных исследованиях. Умеет: На высоком уровне владеет умением осуществлять отбор и использовать оптимальные методы научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий. Владеет: на высоком уровне культурой научных исследований с использованием новейших информационно-коммуникационных и других современных технологий.

ПК - 1	Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности
<b>Ступени уровней освоения компетенций</b>	<b>Отличительные признаки</b>
Пороговый (удовлетворительно)	Знает: В целом успешное, но не систематическое знание способов самостоятельного обучения новым методам исследования. Умеет: В целом успешное, но не 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. Владеет: В целом успешное, но не систематическое владение навыками и умениями обучения новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.
Продвинутый (хорошо)	Знает: Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание способов самостоятельного обучения новым методам исследования. Умеет: 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. Владеет: Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками и умениями обучения новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.
Высокий (отлично)	Знает: Успешное и систематическое знание способов самостоятельного обучения новым методам исследования. Умеет: 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. Владеет: 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.

	условий деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.
--	--

ПК - 2	Способность использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности
<b>Ступени уровней освоения компетенций</b>	<b>Отличительные признаки</b>
Пороговый (удовлетворительно)	<p>Знает: В целом успешное, но не систематическое знание методов организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности.</p> <p>Умеет: В целом успешное, но не систематическое умение применять знание методов организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, управления коллективом, влияния на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивания качество результатов деятельности.</p> <p>Владеет: В целом успешное, но не систематическое владение навыками и умениями в организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, в управлении коллективом, влиять на формирование целей команды, воздействовать на ее социально-психологический климат в нужном для достижения целей направлении, оценивать качество результатов деятельности.</p>
Продвинутый (хорошо)	<p>Знает: Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание методов самостоятельного обучения новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.</p> <p>Умеет: Успешное, но содержащее отдельные пробелы использование способности к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.</p> <p>Владеет: Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.</p>
Высокий (отлично)	<p>Знает: Успешное и систематическое знание методов самостоятельного обучения новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.</p> <p>Умеет: Успешное и систематическое использование способности к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности.</p> <p>Владеет: Успешное и систематическое владение способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной 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
<b>Ступени уровней освоения компетенций</b>	<b>Отличительные признаки</b>
Пороговый (удовлетворительно)	<p>Знает: В целом успешное, но не систематическое знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Умеет: В целом успешное, но не систематическое использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Владеет: 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>Знает: Успешное, но содержащее отдельные пробелы знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Умеет: Успешное, но содержащее отдельные пробелы использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Владеет: 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>Знает: Успешное и систематическое знание методологических основ научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Умеет: Успешное и систематическое использование представлений о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p> <p>Владеет: Успешное и систематическое владение способностью использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки.</p>

Для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины ««Моделирование преобразователей и преобразовательных комплексов»» используются промежуточная аттестация в виде модуля и итоговая аттестация в виде зачета.

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 вопроса из перечня «Вопросы для зачета». Оценивание проводится по принципу «зачтено»/«не зачтено».

«Зачтено» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом. Но в ответе могут иметься негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не вполне законченные выводы или обобщения.

«Не зачтено» ставится при схематичном неполном ответе, неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

#### **Вопросы для зачета**

1. Понятие математической и компьютерной моделей преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники.
2. Цель моделирования преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники на ЭВМ. Основные характерные черты компьютерной модели системы.
3. Соотношение понятий «эксперимент» и «машинное моделирование». Особенности имитационного моделирования систем. Эффективность моделирования систем на ЭВМ.
4. Электрическая и тепловая модели преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники.
5. Применение теории подобия для математического моделирования типовых устройств силовой электроники.
6. Представление математической модели в виде эквивалентных схем электрических цепей.
7. Эквивалентные схемы типовых элементов и узлов устройств силовой электроники и методы их построения.
8. Статические и динамические модели объекта.
9. Условия и особенности использования при разработке моделей систем различных типовых схем. Объединение моделей отдельных подсистем в единую систему.
10. Основные сведения о среде научных и инженерных расчетов Matlab.
11. Операционная среда Simulink. Обзор основной библиотеки Simulink.
12. Основные приемы подготовки и редактирования Simulink-модели. Установка параметров моделирования и его выполнение.
13. Библиотека блоков SimPowerSystems. Элементы силовой электроники Power Electronics.
14. Моделирование полупроводниковых приборов и узлов на их основе в среде Matlab+Simulink. Силовой диод Diode. Тиристор Thyristor, Detailed Thyristor.
15. Моделирование полупроводниковых приборов и узлов на их основе в среде Matlab+Simulink. Полностью управляемый тиристор GTO Thyristor. Биполярный транзистор IGBT. Транзистор MOSFET. Идеальный ключ Ideal Switch.
16. Моделирование полупроводниковых приборов и узлов на их основе в среде Matlab+Simulink. Универсальный мост Universal Bridge. Трехуровневый мост Three\_Level Bridge.
17. Имитационные модели типовых узлов систем управления устройствами силовой электроники в среде Matlab+Simulink.
18. Измерительные и контрольные устройства. Моделирование систем импульсно-фазового управления.
19. Использование устройств силовой электроники в интеллектуальных сетях (Smart Grids) и моделирование их основных режимов.



20. Понятие и основные положения концепции интеллектуальной сети (Smart Grid). Функциональные свойства энергосистемы на базе концепции Smart Grid.
21. Моделирование «микросетей» (microgrid) на базе устройств силовой электроники.
22. Моделирование устройств силовой электроники в Smart Grids. Имитационные модели активных выпрямителей.
23. Моделирование устройств силовой электроники в Smart Grids. Имитационные модели инверторов напряжения.
24. Моделирование устройств силовой электроники в Smart Grids. Моделирование статического компенсатора реактивной мощности.
25. Системы электропривода и их моделирование в среде Matlab+Simulink.
26. Модель двигателя на базе источника тока. Модель двигателя на базе источника напряжения.
27. Машина постоянного тока DC Machine. Модель системы электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
28. Асинхронная машина Asynchronous Machine. Моделирование системы «преобразователь частоты - асинхронный двигатель».
29. Моделирование системы «преобразователь частоты-групповая двигательная нагрузка».
30. Особенности имитационного моделирования сложных преобразовательных комплексов на базе устройств силовой электроники. Достоверность результатов моделирования.
31. Выбор метода интегрирования и обеспечение устойчивости процесса моделирования.
32. Моделирование процессов с различными временными характеристиками. Проведение серии вычислительных экспериментов.

#### **Вопросы для экзамена**

Экзамен не предусмотрен учебным планом.

#### **14. Образовательные технологии**

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Аудиторные занятия планируются в рамках такой образовательной технологии, как личностно-ориентированный подход. Это позволяет учитывать как исходный уровень знаний аспирантов, так и существующие на кафедре технические возможности обучения.

Использование консультационных часов позволит индивидуализировать проведение занятий, освоение учебного материала. Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны их научных преподавателей.

В учебном процессе при изучении дисциплины используются следующие формы проведения занятий:

- лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины, подробным описанием и доказательством наиболее важных свойств этих понятий и их взаимосвязей друг с другом;
- индивидуальные и коллективные консультации с активным участием обучающихся по наиболее сложным частям теоретического материала дисциплины;
- самостоятельная работа по выполнению заданий по основным разделам дисциплины.

#### **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

##### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: учеб. пособие / Г.С. Зиновьев. – Новосибирск: НГТУ, 2003. - 664 с.
2. Павловский Ю.Н. Имитационное моделирование: учеб. пособие / Ю.Н. Павловский, Н.В. Белотелов, Ю.И. Бродский. М.: ИЦ «Академия», 2008. 236 с. Экземпляры всего: 6 экз. (ч/зо (1), аб (5)).
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 288 с.
4. Ануфриев И.Е. MATLAB 7 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 1104 с.

##### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
6. Герман-Галкин С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink [+CD]: учебник / С.Г. Герман-Галкин. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. 448 с. Экземпляры всего: 30 экз. (ч/зо (1), аб (29)).
7. Герман-Галкин С.Г. MatLab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК/ С.Г. Герман-Галкин. СПб.: КОРОНА-Век, 2008. 368 с.

8. Моделирование систем: учеб. / С.И. Дворецкий [и др.]. М.: ИЦ «Академия», 2009. 320 с. Экземпляры всего: 20 экз. (ч/зо (1), аб (19)).

9. Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учеб. пособие / Н.Г. Чикуров. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. 398 с. Экземпляры всего: 1 экз. (ч/зо).

10. Кобец Б.Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б.Б. Кобец, И.О. Волкова. М.: ИАЦ Энергия, 2010. 208 с.

#### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

11. Известия вузов. Проблемы энергетики: науч.-техн. и произв. журн. Казань: Казанский гос. энергетический ун-т, 1999. - Выходит ежемесячно. - ISSN 1998-9903. (1999-2015).

12. Мехатроника, автоматизация, управление: теорет. и прикл. науч.-техн. журн. - М.: Новые технологии. - Выходит ежемесячно. - ISSN 1684-6427. (2010-2015).

13. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М.: МЭИ, 1880. - Выходит ежемесячно. - ISSN 0013-5380. (1990-2012).

14. Известия вузов. Электромеханика: науч.-техн. и учеб.-образоват. журн. - Новочеркасск: Южно-Росс. гос. техн. ун-т., 1958. - Выходит ежемесячно. - ISSN 0136-3360. (1990-1996, 2007-2009).

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

15. <http://matlab.exponenta.ru/index.php> - Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes.

#### ИСТОЧНИКИ ИОС

16. [https://portal.sstu.ru/Fakult/Aspir/ETT/050912\\_B1VDV21/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/Aspir/ETT/050912_B1VDV21/default.aspx)

#### 16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, компьютером и проектором.

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс общей площадью не менее 40 кв.м., имеющий доступ к Интернету и оснащенный установленным программным обеспечением Microsoft Office, Acrobat Reader, Internet Explorer и средой Matlab+Simulink.

Для выполнения самостоятельной работы студенты могут воспользоваться компьютерными классами кафедры, имеющими доступ к электронно-библиотечной системе, электронной библиотеке университета и электронной информационно-образовательной среде.

#### 17. Особенности организации исследовательской практики 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.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.