

Документ подписан простой электронной подписью
Информация
ФИО: Сол
Должность
Дата подп
Уникальный
52868257

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ




Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования


«Саратовский государственный университет имени Н.И. Вавилова»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОПНПК


/Гераскина А.А./
« 25 » января 2026 г.

Проректор по НИР


« 25 » января 2026 г.





РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Модуль	ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ
Научная специальность	2.4.2. Электротехнические комплексы и системы
Нормативный срок обучения	4 года
Форма обучения	Очная

Разработчик(и): *доцент, Бахтеев С.В.*

доцент, Лягина Л.А.



(подпись)


(подпись)

Саратов 2026

1. Цель освоения модуля

Целью освоения модуля «Электротехнические комплексы и системы» является формирование у аспирантов навыков по анализу, синтезу, разработке новых средств и материалов электротехнических комплексов и систем, эффективной эксплуатации электротехнических и электронных комплексов и систем при решении исследовательских и практических задач.

2. Место модуля в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (программы аспирантуры)

Освоение программы аспирантуры осуществляется по научной специальности **2.4.2 Электротехнические комплексы и системы**, предусмотренной номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

В соответствии с учебным планом модуль **2.1.3. Электротехнические комплексы и системы** относится к элективным дисциплинам (модулям) образовательного компонента и включает дисциплины:

2.1.3.1 «Автоматические системы»,

2.1.3.2 «Эксплуатация электротехнических систем».

Модуль базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов при получении высшего образования (специалитет, магистратура).

Для качественного освоения модуля аспирант должен:

– **знать:** устройство и принципы работы электрических аппаратов; структуру и ранги элементов электротехнических комплексов и систем; современные и перспективные направления развития электротехнических систем, эксплуатируемые в производстве; стили устной и письменной речи, методику проведения научных исследований, основы математической статистики, используемой для обработки первичных экспериментальных данных; основные принципы системного анализа, инженерного эксперимента, стратегии эксплуатации электротехнических комплексов и систем.

– **уметь:** применять методы проектирования электрических аппаратов и объединенных единой функцией систем и сложного оборудования; пользоваться современной измерительной техникой; различать свойства электротехнических материалов; использовать текстовые и основные графические редакторы ПК; решать инженерные задачи, строить многофакторный эксперимент в условиях неопределенности, определять цели и ставить задачи исследования.

- **владеть:** основными методиками применения измерительных средств и приборов; навыками расчета электромагнитных и электротехнических параметров узлов и систем электрических аппаратов и систем.

Модуль «Электротехнические комплексы и системы» является базовым для подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальной

дисциплине, для проведения научных исследований, подготовки диссертации к защите.

3. Перечень планируемых результатов обучения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

В результате освоения модуля «Электротехнические комплексы и системы» аспирант должен:

Знать	Уметь	Владеть
современные достижения науки и передовые технологии в области электротехники; производственно-технологические режимы работы электротехнических систем; основы проектирования электротехнических комплексов; современные проблемы научно-технического развития электротехнических материалов; современные технологии утилизации отходов электроэнергетической и электротехнической промышленности, научно-техническую политику в области электроэнергетики.	оценивать перспективные направления развития электротехнических систем с учетом мирового опыта и ресурсосбережения; применять современные методы и средства исследования для решения народно-хозяйственных задач развития электротехники; оценивать эффективность систем управления технологическими процессами в электротехнических производствах; осуществлять наладку электротехнических комплексов и систем; устанавливать причины снижения надежности работы электротехнических систем и комплексов.	планированием процессов для решения научно-технических задач; навыками анализа работы технических средств управления режимами электротехнических систем; навыками по энергосбережению в электротехнических производствах; навыками определения путей ликвидации аварий устройств электротехники; навыки работы с программно-аппаратными средствами управления технологическими процессами.

Модуль направлен на формирование у аспирантов следующих результатов ее освоения:

№	Результаты освоения программы аспирантуры, формируемые в процессе изучения модуля
1	РО1 - быть готовым к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач
2	РО2 - быть способным исследовать технологии, технические и энергетические средства в промышленном и сельскохозяйственном производстве
3	РО3 - быть способным совершенствовать теории, методы и технические средства для повышения продуктивности, качества и производительности труда
4	РО4 - быть готовым к углубленному изучению теоретических и методологических основ проектирования, эксплуатации и развития электротехники

4. Объём, структура и содержание модуля

Общая трудоемкость модуля составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа, в том числе трудоемкость дисциплины «Автоматические

системы» - 3 зачетных единицы, 108 академических часов (из них: самостоятельная работа – 36 ч., контактная работа – 72 ч.), трудоемкость дисциплины «Эксплуатация электротехнических систем» - 3 зачетных единицы, 108 академических часов (из них: самостоятельная работа – 36 ч.,

контактная работа – 72 ч.).

Таблица 1

Объем модуля «Электротехнические комплексы и системы»

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	168					168	
<i>аудиторная работа:</i>	144					144	
лекции	72					72	
лабораторные	-					-	
практические	72					72	
<i>контроль</i>	24					24	
Самостоятельная работа	72					72	
Кандидатский экзамен – всего, в т.ч.:	36					36	
<i>самостоятельная работа</i>	12					12	
<i>контроль</i>	24					24	
Форма итогового контроля	КЭ					КЭ	

Таблица 2

Объем дисциплины «Автоматические системы»

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	72					72	
<i>аудиторная работа:</i>	72					72	
лекции	36					36	
лабораторные	-					-	
практические	36					36	
Самостоятельная работа	36					36	

Таблица 3

Объем дисциплины «Эксплуатация электротехнических систем»

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	72					72	
<i>аудиторная работа:</i>	72					72	
лекции	36					36	
лабораторные	-					-	
практические	36					36	
Самостоятельная работа	36					36	

Таблица 4

Структура и содержание модуля

№ п/п	Тема занятия. Содержание.	Неделя семестра	Контактная работа			Самостоятельная работа	Контроль знаний	
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов	Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5 семестр								
Раздел 1. Автоматические системы								
1.	Анализ технологического процесса как объекта управления, автоматизации и управления. Выбор целей и задач управления.	1	Л	В	2		ТК	КЛ
2.	Использование принципа декомпозиции при проектировании систем автоматизации и управления	1	Л	В	2	6	ТК	КЛ
3.	Разработка структурных функциональных схем автоматических систем регулирования	2	ПЗ	Т	2	6	ТК	УО
4.	Определение передаточной функции и структурной схемы элемента автоматической системы на основе дифференциального уравнения	2	Л	В	2	6	ТК	КЛ
5.	Построение амплитудно-фазовой частотной характеристики	3	ПЗ	Т	2	6	ТК	УО
6.	Математическое моделирование динамических элементов	3	Л	В	2	6	ТК	КЛ
7.	Автоматизированные информационно-измерительные системы	4	ПЗ	Т	2	6	ТК	УО
8.	Оптимизация технических решений. Концепция принятия решений. Выбор эффективных решений. Определение единственного решения.	4	Л	В	2		ТК	КЛ
9.	Исследование автоматических систем на устойчивость при помощи критериев Гурвица и Михайлова	5	ПЗ	Т	2		ТК	УО
10.	Научная информация: поиск, систематизация, обработка. Научная информация и ее источники. Научные издания. Учебные издания. Справочно-информационные издания.	5	Л	В	2		ТК	КЛ
11.	Математическое моделирование линейных автоматических систем	6	ПЗ	Т	2		ТК	УО
12.	Научная информация: поиск, систематизация, обработка. Работа с источниками информации. Универсальная десятичная классификация (УДК). Предметный каталог.	6	Л	В	2		ТК	КЛ
13.	Обеспечение надежной работы бесконтактных устройств автоматики. Методика расчета показателей надежности.	7	ПЗ	Т	2		ТК	УО
14.	Моделирование автоматических систем с ПИД-регуляторами	7	Л	В	2		ТК	КЛ

15.	Обеспечение надежной работы бесконтактных устройств автоматики. Методика расчета показателей надежности.	8	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
16.	Моделирование релейных автоматических систем	8	Л	В	2		ТК	КЛ
17.	Расчет показателей конструкции бесконтактных устройств автоматики	9	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
18.	Расчет электромагнитных механизмов	9	ПЗ	М	2		ТК	ПО
ИТОГО по разделу 1 «Автоматические системы»					72	36		
Раздел 2 «Эксплуатация электротехнических систем»								
1	Основные понятия и определения. Предмет и методы изучения. Эксплуатационные свойства электрооборудования и электротехнических систем	10	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
2	Причины и последствия отказов электротехнических систем. Классификация причин отказов. Закономерности появления отказов. Последствия отказов. Методика расчета экономического ущерба.	10	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
3	Методы теории массового обслуживания. Потоки событий. Дифференциальные уравнения. Характеристики потоков. Оперативное обслуживание электротехнических систем по их состоянию	11	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
4	Методы теории массового обслуживания. Характеристики ТМО. Применение теории массового обслуживания к решению эксплуатационных задач.	12	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
5	Обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций. Эксплуатация трансформаторных подстанций. Подготовка к вводу в эксплуатацию. Способы повышение эксплуатационной надежности трансформаторов. Эксплуатация силовых трансформаторов. Подготовка к включению. Сушка обмоток трансформаторов. Эксплуатация трансформаторного масла.	12	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
6	Эксплуатация двигателей и генераторов. Особенности влагообмена изоляции. Сушка изоляции. Технические обслуживания и ремонт. Прием в эксплуатацию.	13	Л	Т	2	6	ТК	КЛ
7	Эксплуатация электроосветительных и электронагревательных установок. Прием в эксплуатацию. Контроль режимов работы. Техническое обслуживание и текущий ремонт. Повышение эффективности эксплуатации.	13	Л	Т	2		ТК	КЛ
8	Эксплуатация систем автоматики. Классификация и структурные схемы. Блочная и комплексная приемка в эксплуатацию. Обслуживание и ремонт электронного оборудования.	14	Л	Т	2		ТК	КЛ
9	Эксплуатация электронного оборудования. Структурные схемы электронных устройств. Требование к узлам и элементам. Порядок приема в эксплуатацию.	14	Л	Т	2		ТК	КЛ
10	Изучение нормативно-технической документации по эксплуатации электроустановок	15	ПЗ	Т	2		ТК	УО

11	Изучение нормативно-технической документации по эксплуатации электроустановок	15	ПЗ	Т	2		ТК	УО
12	Решение задач по эксплуатации электроустановок	16	ПЗ	Т	2		ТК	УО
13	Решение задач по эксплуатации электроустановок	16	ПЗ	Т	2		ТК	УО
14	Решение задач по эксплуатации электроустановок	17	ПЗ	Т	2		ТК	УО
15	Выполнение кейс-задания по эксплуатации электроустановок	17	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
16	Выполнение кейс-задания по эксплуатации электроустановок	18	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
17	Выполнение кейс-задания по эксплуатации электроустановок	18	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
18	Выполнение кейс-задания по эксплуатации электроустановок	19	ПЗ	Т	2		ТК	ПО
ИТОГО по разделу 2 «Эксплуатация электротехнических систем»					72	36		
Промежуточная аттестация: кандидатский экзамен по модулю «Электротехнические комплексы и системы»					24	12	ВыхК	КЭ

Примечание:

Условные обозначения:

Виды аудиторной работы: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие.

Формы проведения занятий: Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме. В – лекция-визуализация, М - моделирование.

Виды контроля: ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, ВыхК – выходной контроль.

Форма контроля: УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, КЭ – кандидатский экзамен.

5. Образовательные технологии

Организация занятий по модулю «Электротехнические комплексы и системы» проводится по видам учебной работы: лекции, практические занятия, текущий контроль.

Программа аспирантуры по научной специальности **2.4.2. Электротехнические комплексы и системы** предусматривает использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития навыков проведения научного исследования, умения аспирантом самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи.

Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта (контролируется).

Целью практических занятий является выработка практических навыков выбора и планирования проведения исследований параметров электротехнических систем и комплексов в различных условиях эксплуатации.

Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы

– решение ситуационных задач и т.п., также интерактивные методы – круглый стол.

– выполнение индивидуальных заданий по теме собственного исследования аспиранта (рефератов, презентаций научных докладов, научных статей), так и интерактивные методы – групповой и индивидуальный метод анализа конкретной ситуации и предложенных материалов.

Доклад способствует формированию навыка устного представления информации по результатам собственного научного исследования.

Научная статья способствует формированию навыка письменного представления информации по результатам собственного научного исследования.

Решение ситуационных задач представляет собой задач средство проверки умений оперировать полученными знаниями при решении задач определенного типа по определённому разделу модуля с применением случаев из практики.

Круглый стол активный метод обучения, который позволяет раскрыть широкий спектр мнений по выбранной для обсуждения проблеме с разных точек зрения, обсудить неясные и спорные моменты, связанные с данной проблемой, и достичь консенсуса.

Самостоятельная работа охватывает проработку аспирантами отдельных вопросов теоретического курса, выполнение домашних работ, включающих решение задач, анализ конкретных ситуаций и подготовку их презентаций, и т.п.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном и групповом формате. Самостоятельная работа выполняется аспирантами на основе учебно-методических материалов модуля. Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в экзаменационные вопросы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля

а) основная литература

1. Кушнер Д.А., Дробов А.В., Петроченко Ю.Л. Основы автоматки и микропроцессорной техники: учебное пособие. – Минск:РИПО, 2019. - 245 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1055980>

2. Кельдышев Д.А., Иванов Ю.В., Саранин В.А. Робототехника в инженерных и физических проектах: Учебное пособие (электронное издание). [Электронный ресурс]. –Издательство: Глазовский государственный педагогический институт, 2018. – 84 с.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/115081>.

3. Юревич Е.И. Основыробототехники:Учебноепособие. [Электронный ресурс]. Издательство: БХВ-Петербург, 2017. – 368 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=320898>

б)дополнительнаялитература:

1. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования учебное пособие/ А. В. Волошенко, Д. Б. Горбунов – Томск: Изд-во Томского политехнического

университета, 2008.

2. Ившин В.П., Перухин М.Ю. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: учебник. [Электронный ресурс]. Москва: ИН-ФРА-М, 2019. – 402 с. Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/982404>

3. Исмагилов Ф. Р., Саттаров Р. Р. Электромагнитные процессы в электромеханических демпфирующих элементах // Электричество. 2008. № 10. С. 46-52.

4. Исмагилов Ф. Р., Саттаров Р. Р. Электромеханические преобразователи для вибрационной техники. М.: Машиностроение, 2008

5. Матвейчук Н. М. Теория автоматического управления. Практикум : учебное пособие. – Минск : БГАТУ, 2021

6. Молдабаева М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматизации: учеб. пособие. [Электронный ресурс]. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 332 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1048719>

7. Пронин А.И., Щелкунов Е.Б. Теория автоматического управления: учеб. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: официальный сайт ФГБОУ ВО Вавиловский университет - <http://www.sgau.ru/>;

База данных «Агропром зарубежом» <http://polpred.com>

Электронно-библиотечная система «Айсбук» (iBooks) - <http://ibooks.ru>

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» - <http://www.e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Рукопт» - <http://rucont.ru>

Электронные информационные ресурсы ЦНСХБ - <http://www.cnsxb.ru/>

Электронная библиотека «Отчеты по НИР» - <http://www.cnsxb.ru/>

Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/a>) основная литература (библиотека Вавиловского университета)

г) периодические издания

Журнал «Механизация и электрификация сельского хозяйства»;

Журнал «Электричество»;

Журнал «Энергохозяйство за рубежом».

д) базы данных и поисковые системы

<https://www.yandex.ru/>

<https://www.google.ru/>

<https://scholar.google.ru/>

е) информационные технологии, используемые при осуществлении

образовательного процесса:

- информационно-справочные системы: не предусмотрено программой
- программное обеспечение:

№ п/п	Наименование раздела учебного модуля	Наименование программы	Тип программы (расчетная, обучающая, контролирующая)
1.	Все темы модуля	Microsoft Desktop Education (Microsoft Access, Microsoft Excel, Microsoft InfoPath, Microsoft OneNote, Microsoft Outlook, Microsoft PowerPoint, Microsoft Publisher, Microsoft SharePoint Workspace, Microsoft Visio Viewer, Microsoft Word)	вспомогательная
2	Все темы модуля	ESET NOD 32	вспомогательная

7. Материально-техническое обеспечение модуля

Для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации необходимы аудитории с меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест и освещенностью. Для использования медиаресурсов необходимы проектор, экран, компьютер или ноутбук, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для проведения практических занятий и контроля самостоятельной работы имеются аудитория №№ 200, 205, 301, 413, 106А УК 2.

Помещения для самостоятельной работы аспирантов (читальные залы библиотеки № 216) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8. Оценочные материалы

Оценочные материалы, сформированные для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по модулю «Электротехнические комплексы и системы» разработаны на основании следующих документов:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями от 07.10.2022);

- Федеральный закон "О науке и государственной научно-технической политике" от 23.08.1996 N 127-ФЗ (от 02.07.2021 № 351-ФЗ);

- Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденные Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

(Минобрнауки России) от 20 октября 2021 г. № 951;

- Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122.

Оценочные средства представлены в приложении 1 к рабочей программемодуля и включают в себя:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по модулю «Электротехнические комплексы и системы».

10. Методические указания для аспирантов по изучению модуля «Электротехнические комплексы и системы»

Методические указания по изучению модуля «Электротехнические комплексы и системы» включает:

1. Краткий курс лекций.
2. Методические указания для практических занятий.

*Рассмотрено и утверждено на
заседании кафедры
«Электрооборудование,
энергоснабжение и роботизация»
«22» 2026 года (протокол № 2).*