

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о МДП
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО «Саратовский аграрный университет»
Дата подписания: 2022.03.24:31
Уникальный программный ключ:
528682d78e677e566ab07d1fe1b32172f735a12



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

/Грушкин В.А./

« 03 » марта 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

/Павлов А.В./

« 03 » марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина

**СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
АГРОРОБОТИЗИРОВАННЫХ
КОМПЛЕКСОВ**

Направление подготовки

35.03.06 Агроинженерия

Направленность
(профиль)

**Агроробототехника и интеллектуальные
системы управления в АПК**

Квалификация
выпускника

Бакалавр

Нормативный срок
обучения

4 года

Форма обучения

Очная

Разработчик: доцент, Чурляева О.Н.

(подпись)

Саратов 2022

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Силовая электроника агроботизированных комплексов» является формирование у обучающихся знаний и навыков в области электронных технических средств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность (профиль) «Агроробототехника и интеллектуальные системы управления в АПК», дисциплина «Силовая электроника агроботизированных комплексов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Теоретические основы электротехники», «Информатика» и «Микропроцессоры и специальные электронные устройства».

Дисциплина «Силовая электроника агроботизированных комплексов» является базовой для изучения следующих дисциплин: «Проектирование агроботизированных технических средств и комплексов в АПК», «Эксплуатация агробототехнических средств и комплексов в агроинженерии», «Автоматизация и роботизация технологических процессов сельскохозяйственного производства».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в табл. 1

Таблица 1

Требования к результатам освоения дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6	7
1.	ПК-4	Способен обеспечивать эффективное использование сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства сельскохозяйственной продукции	ИД-9 _{ПК-4} Обосновывает и реализует в профессиональной деятельности технологии с применением современной базы силовой электронной техники агрооборудованных комплексов	Классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов в агрооборудованных комплексах	Использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации агрооборудованных комплексов с применением устройств силовой электроники	Навыками проведения инженерных расчетов для проектирования агрооборудованных комплексов в части применения силовых преобразовательных устройств в соответствии с требованиями технического задания; разработки систем управления на базе устройств силовой электроники

4. Объём, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Таблица 2

	Объем дисциплины								
	Всего	Количество часов							
		в т.ч. по семестрам							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Контактная работа – всего, в т.ч.:	36,1						36,1		
аудиторная работа:	36						36		
лекции	12						12		
лабораторные	24						24		
практические									
промежуточная аттестация	0,1						0,1		
контроль	-						-		
Самостоятельная работа	35,9						35,9		
Форма итогового контроля	Зач.						Зач.		
Курсовой проект (работа)	-						-		

Таблица 3

Структура и содержание дисциплины

№ 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
6 семестр								
1.	Раздел 1. Элементарная база силовой электроники Силовые полупроводниковые приборы (СПП) Силовые диоды; тиристоры; полностью управляемые GTO - тиристоры; биполярные транзисторы; полевые MOSFET - транзисторы; биполярные IGBT - транзисторы и другие силовые ключи. Обозначение, типы и классификация. Принцип работы.	1	Л	Т, В	2	2	ТК	УО
2.	Лабораторная работа № 1. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя	1	ЛЗ	Т	2	1	ТК ВК	УО ПО
3.	Лабораторная работа № 1. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя	2	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
4.	Раздел 2. Силовые выпрямители	3	Л	В	2	4	ТК	УО

	<p>Неуправляемые однофазные выпрямители. Однополупериодный выпрямитель. Однополупериодный выпрямитель с шунтирующим диодом. Двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой. Выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой. Мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой. Выпрямитель с активно-емкостной нагрузкой</p> <p>Управляемые однофазные выпрямители. Однополупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой и противоэдс. Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей.</p> <p>Полууправляемые выпрямители.</p>							
5.	Лабораторная работа № 2. Исследование трехфазного двухполупериодного мостового выпрямителя	3	ЛЗ	Т,М	2	1	ТК	УО ПО
6.	Лабораторная работа № 2. Исследование трехфазного двухполупериодного мостового выпрямителя	4	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
7.	Выпрямители трехфазного тока. Неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель (схема Ларионова). Трехфазные мостовые выпрямители. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель. Трехфазный мостовой полууправляемый выпрямитель. Диагностика трехфазных выпрямителей.	5	Л	Т	2	4	ТК	УО
8.	Лабораторная работа № 3. Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя	5	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
9.	Лабораторная работа № 3. Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя	6	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК РК	УО ПО
10.	<p>Раздел 3. Автономные инверторы</p> <p>Однофазные инверторы напряжения. Классификация инверторов. Инверторы напряжения. Однофазный мостовой инвертор на двухоперационных тиристорах. Однофазный мостовой инвертор с широтным регулированием и с широтно-импульсным способом регулирования напряжения. Трехфазные мостовые управляемые инверторы напряжения. Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Ключевая модель инвертора. Трехфазный мостовой инвертор с широтно - импульсным регулированием напряжения по синусоидальному закону.</p>	7	Л	Т, В	2	4	ТК	УО
11.	Лабораторная работа № 4. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя в режимах выпрямления и инвертирования	7	ЛЗ	Т	2	1	ТК	УО ПО
12.	Лабораторная работа № 4. Исследование	8	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО

	трехфазного управляемого выпрямителя в режимах выпрямления и инвертирования							ПО
13.	Раздел 4. Силовые преобразователи Однофазные и трёхфазные непосредственные преобразователи частоты (НПЧ); Трёхфазные регуляторы напряжения. Преобразователи постоянного напряжения. Одноплечевой широтно-импульсный преобразователь (ШИП) с симметричным законом управления; Мостовой широтно-импульсный преобразователь; Энергетические характеристики ШИП. Понижающие и повышающие импульсные источники питания постоянного напряжения. Регулируемые и энергетические характеристики импульсных источников.	9	Л	Т, В	2	4	ТК	УО
14.	Лабораторная работа № 5. Исследование однофазного мостового инвертора с симметричным управлением	9	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
15.	Лабораторная работа № 5. Исследование однофазного мостового инвертора с симметричным управлением	10	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
16.	Способы управления преобразователями. Раздельный способ управления преобразователями. Согласованный способ управления двухкомплектным реверсивным преобразователем с RL-нагрузкой. Работа преобразователя с согласованным способом управления при нагрузке на противоэдс. Защита элементов преобразователей от недопустимых токов и напряжений. Система защиты преобразователей функциональные узлы быстродействующих систем защиты. Основные требования предъявляемые к системам и элементам защиты и особенности выбора; Анализ аварийных процессов; Вопросы электромагнитной совместимости преобразователей.	11	Л	Т, В	2	4	ТК	УО
17.	Лабораторная работа № 6. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления	11	ЛЗ	Т, М	2	1	ТК	УО ПО
18.	Лабораторная работа № 6. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления	12	ЛЗ	Т	2	1	ТК РК	УО ПО Т
19.	Выходной контроль				0,1	1,9	Вых К	3
Итого:					36,1	35,9		

Примечание:

Условные обозначения:

Виды аудиторной работы: Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие.

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

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

Форма контроля: УО – устный опрос, ПО – письменный отчет, Т – тестирование, З – зачет.

5. Образовательные технологии

Организация занятий по дисциплине «Силовая электроника агророботизированных комплексов» проводится по видам учебной работы: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, текущий контроль.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях с применением мультимедийных технологий и предусматривают развитие полученных теоретических знаний с использованием рекомендованной учебной литературы и других источников информации, в том числе информационных ресурсов сети Интернет. Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения.

Цель лабораторных занятий научиться применять принципы построения и анализа силовых электронных схем, эксплуатации электронных приборов, эффективно использовать электрические и электронные системы сельскохозяйственной техники и технологического оборудования, осуществлять монтаж, подбор и организацию технического сервиса данных систем в технологических процессах.

Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, выполнение лабораторных работ, так и интерактивные методы – групповая работа, моделирование.

Моделирование позволяет изучить методы построения и анализа электрических схем в различных режимах работы, способствует развитию у обучающихся творческого профессионального мышления и познавательной мотивации; умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации.

Групповая работа при моделировании развивает способности проведения анализа и диагностики проблем. С помощью метода моделирования у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и высказывать свою позицию, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме.

В ходе самостоятельной работы обучающиеся анализируют поставленные преподавателем задачи и проблемы и с использованием учебно-методической литературы, информационных систем, комплексов и технологий, материалов, найденных в глобальной сети Интернет, находят пути их разрешения.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса, использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, для эффективной подготовки к выходному контролю, выполнение домашних работ, включающих решение задач, анализ конкретных ситуаций и подготовку отчетов, и т.п.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном и групповом формате. Самостоятельная работа выполняется обучающимися на основе учебно-

методических материалов дисциплины (приложение 2). Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в вопросы выходного контроля.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература (библиотека СГАУ)

№ п/п	Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3)
1	2	3	4	5
1.	Основы силовой электроники [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/152214	В. И. Попов, Е. Д. Баранов, А. В. Удовиченко [и др.]	Новосибирск: НГТУ, 2019. — 92 с.	Все разделы
2.	Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения [Электронный ресурс]: учебное пособие – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/115497	В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников	Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 228 с.	1
3.	Устройства силовой электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/152192	А. В. Родыгин	Новосибирск: НГТУ, 2020. — 76 с.	Все разделы

б) дополнительная литература:

№ п/п	Наименование, ссылка для электронного доступа или кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4, таб. 3)
1	2	3	4	5
1.	Силовая электроника [Электронный ресурс]; учебник для вузов – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55877	Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк.	М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — 632 с.	Все разделы
2.	Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи [Электронный ресурс]: учебное пособие – Режим доступа: http://nizrp.narod.ru/silovelekr.pdf	В.Д. Кулик	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП, 2010. – 91 с.	Все разделы

3.	Аномальные режимы работы полупроводниковых выпрямителей и их диагностика [Электронный ресурс]: учебное пособие – Режим доступа; http://nizrp.narod.ru/anomregimy.pdf	В.Д. Кулик, В.И. Королев	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП, 2012. – 115 с.	Все разделы
----	---	-----------------------------	--	-------------

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Официальный сайт ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ - <http://www.sgau.ru/>;
- Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации - <http://minenergo.gov.ru/>;
- Сайт учебно-методической и профессиональной литературы для студентов и преподавателей технических, естественно-научных и гуманитарных специальностей - <http://www.twirpx.com/>.

г) периодические издания

- Журнал «Механизация и электрификация сельского хозяйства»;
- Журнал «Промышленная энергетика»;
- Журнал «Главный энергетик»;
- Журнал «Известия РАН Энергетика».

д) информационные справочные системы и профессиональные базы данных

Для пользования стандартами и нормативными документами рекомендуется применять информационные справочные системы и профессиональные базы данных, доступ к которым организован библиотекой университета через локальную компьютерную сеть.

Для пользования электронными изданиями рекомендуется использовать следующие информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Научная библиотека университета <http://library.sgau.ru>

Базы данных содержат сведения обо всех видах литературы, поступающей в фонд библиотеки. Более 1400 полнотекстовых документов (учебники, учебные пособия и т.п.). Доступ – с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>.

Электронная библиотека издательства «Лань» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань», так и коллекции полнотекстовых файлов других российских издательств. После регистрации с компьютера университета – доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

3. «Университетская библиотека ONLINE» <http://www.biblioclub.ru>.

Электронно-библиотечная система, обеспечивающая доступ к книгам, конспектам лекций, энциклопедиям и словарям, учебникам по различным областям научных знаний, материалам по экспресс-подготовке к экзаменам. После регистрации с компьютера университета – доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru>.

Российский информационный портал в области науки, медицины, технологии и образования. На платформе аккумулируются полные тексты и рефераты научных статей и публикаций. Доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет. Свободная регистрация.

5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». <http://window.edu.ru>.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

6. ЭБС «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>.

Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт». Учебники и учебные пособия от ведущих научных школ. Тематика: «Прикладные науки. Техника». Доступ - после регистрации с компьютера университета с любого компьютера, подключенного к Интернет.

7. Электронная электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info/>

Профессиональная база данных: лучшие курсы, тренинги, семинары по электротехнике, электронике, электроснабжению, светотехнике, автоматизации и другим тематикам; электронный журнал «Я электрик!» (полный комплект с приложениями); сборники статей; практические руководства; базы знаний; история электротехники. Доступ – с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

8. Электроэнергетический Информационный Центр <http://www.electrocentr.info/> .

Электроэнергетический информационный центр. Сайт для электриков и энергетиков, новости электроэнергетики, техническая литература. Доступ – с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

9. Поисковые интернет-системы Яндекс, Rambler, Google и др.

е) информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

К информационным технологиям, используемым при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, относятся:

– персональные компьютеры, посредством которых осуществляется доступ к информационным ресурсам и оформляются результаты самостоятельной работы;

– проекторы и экраны для демонстрации слайдов мультимедийных лекций;

– активное использование средств коммуникаций (электронная почта, тематические сообщества в социальных сетях и т.п.).

• программное обеспечение:

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы
1	Все темы дисциплины	<u>Kaspersky Endpoint Security</u> Реквизиты подтверждающего документа: Право на использование Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный (250-499) 1 year Educational Renewal License. Лицензиат – ООО «Современные технологии», г. Саратов. Сублицензионный договор № 6-133/2021/223-1205 от 09.11.2021 г. Срок действия договора до 31.12.2022 г.	Вспомогательное программное обеспечение
2	Все темы дисциплины	<u>Microsoft Office</u> Реквизиты подтверждающего документа: Предоставление неисключительных прав на ПО: DsktpEdu ALNG LicSAPk OLV E 1Y Acdmc Ent. Лицензиат – ООО «КОМПАРЕКС», г. Саратов. Сублицензионный договор № АЭ-030 на передачу неисключительных прав на программы для ЭВМ с конечным пользователем от 15.12.2021 г. Срок действия договора до 31.12.2022 г.	Вспомогательное программное обеспечение

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекционных, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащенных необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Для проведения текущего и рубежных контролей и контроля самостоятельной работы по дисциплине кафедры «Инженерная физика, электрооборудование и электротехнологии» имеются аудитории № 409, № 413.

Для выполнения лабораторных работ имеются лаборатории № 409, № 413 оснащенная лабораторными стендами по дисциплине.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (аудитория № 413, читальные залы библиотеки) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8. Оценочные материалы

Оценочные материалы, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Силовая электроника агророботизированных комплексов» разработан на основании следующих документов:

- Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

- приказа Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

Оценочные материалы представлены в приложении 1 к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по дисциплине «Силовая электроника агроботизированных комплексов».

10. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины «Силовая электроника агроботизированных комплексов»

Методические указания по изучению дисциплины «Силовая электроника агроботизированных комплексов» включают в себя:

1. Краткий курс лекций
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Инженерная физика, электрооборудование и электротехнологии» «03» марта 2022 года (протокол № 7).