

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации
РПД_3-13.04.02.02_2020_108171
Актуализировано: 22.03.2021

Рабочая программа дисциплины
Оптимальное управление электротехническими комплексами

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Магистр
Направление подготовки	13.04.02
	шифр
	Электроэнергетика и электротехника
	наименование
Направленность (профиль)	3-13.04.02.02
	шифр
	Электромеханика
	наименование
Формы обучения	Заочная, Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок этф (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра электрических машин и аппаратов (ОРУ)
	наименование

Киров, 2020 г.

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Хорошавин Валерий Степанович

ФИО

Зотов Александр Викторович

ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Цель дисциплины Теория и практика систем управления: принципы построения, математический аппарат, технические средства, конкретные примеры.
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> - типы систем управления процессами и принципы их построения; - способы составления математического описания непрерывных, дискретных и стохастических процессов; - алгоритмы и структуры систем управления; - структурный синтез систем по эффективности управления и сложности реализации; - перспективы развития систем управления

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-4

Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, самостоятельно выполнять исследования и испытания электромеханических преобразователей энергии и систем управления ими, интерпретировать и представлять результаты научных исследований		
Знает	Умеет	Владеет
методы статической и динамической оптимизации электротехнических установок	ставить задачу управления, выделив ограничения и критерий, и подобрать метод ее решения	навыками системного подхода в проектировании алгоритмов и структур систем управления

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Оптимальное управление процессами	ПК-4
2	Структурный синтез систем управления	ПК-4
3	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-4

Формы промежуточной аттестации

Зачет	2 семестр (Очная форма обучения) 2 семестр (Заочная форма обучения)
Экзамен	3 семестр (Очная форма обучения) 3 семестр (Заочная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	1, 2	2, 3	180	5	88	36	0	36	0	92		2	3
Заочная форма обучения	1, 2	1, 2, 3	180	5	13	10	0	10	0	167		2	3

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Оптимальное управление процессами»		74.00
Семинары, практические занятия		
П1.1	Классификация оптимальных систем. Задачи статической оптимизации. Аналитическое определение экстремума. Качественный анализ функций перед численным поиском.	3.00
П1.2	Численные методы в задачах без ограничений (общий алгоритм, Зайделя-Гаусса, наискорейшего спуска, шаговый градиентный, сопряженных направлений).	3.00
П1.3	Численные методы в задачах без ограничений (общий алгоритм, Зайделя-Гаусса, наискорейшего спуска, шаговый градиентный, сопряженных направлений).	3.00
П1.4	Постановки задач динамической оптимизации. Свойства функционалов.	3.00
П1.5	Классическое вариационное исчисление в задачах без ограничений и с ограничениями. Аналитическое конструирование регуляторов с КВИ.	3.00
П1.6	Принцип максимума(основная теорема, прямое применение в задачах с нелинейным управлением, учет ограничений по управлению).	3.00
П1.7	Оптимальное по быстродействию управление линейными объектами (управляемость, теорема об n -интервалах, пример синтеза).	3.00
П1.8	Оптимальное управление нелинейными объектами по быстродействию, на минимум ресурсов, аналитического конструирования (принцип максимума, условия общности положения, качественный анализ траекторий, численн	3.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Численный поиск экстремумов в задачах без ограничений и с ограничениями в форме равенств и неравенств	12.00
С1.2	Анализ, синтез и аппаратная или программная реализация оптимального управления в задачах быстродействия и с ограничением ресурсов для конкретных технологических процессов	15.50
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Сдача зачета	0.50
КВР1.2	Контактная внеаудиторная работа	22.00
Раздел 2 «Структурный синтез систем управления»		75.00
Семинары, практические занятия		

П2.1	Этапы проектирования структуры. Методы учета множества вариантов структуры (морфологический, альтернативно-графовый, логико-комбинаторный).	3.00
П2.2	Сущность ЛКП (исходное представление максимально-избыточной структуры, рабочее представление характеристической булевой функцией, алгоритмы построения сокр.д.н.ф. и ос.ск.н.ф., построение укрупненной структуры).	3.00
П2.3	Критерии оптимальности вариантов структуры. Шкалы измерения критериев.	3.00
П2.4	Методы оптимизации по сложности реализации. Определение эффективных решений. Принципы оптимизации при равноценных и неравноценных критериях сложности и эффективности.	3.00
Самостоятельная работа		
С2.1	Методы учета множества вариантов	9.00
С2.2	Критерии оптимальности вариантов структуры	9.00
С2.3	Определение эффективных решений	9.00
С2.4	Синтез структуры управляющего устройства оптимальной системы	9.50
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	26.50
Раздел 3 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		31.00
З3.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
Э3.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР3.1	Сдача зачета	0.50
КВР3.3	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР3.2	Сдача экзамена	0.50
ИТОГО		180.00

Заочная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Оптимальное управление процессами»		108.00
Семинары, практические занятия		
П1.1	Классификация оптимальных систем. Задачи статической оптимизации. Аналитическое определение экстремума. Качественный анализ функций перед численным поиском.	2.00
П1.2	Численные методы в задачах без ограничений (общий алгоритм, Зайделя-Гаусса, наискорейшего спуска, шаговый градиентный, сопряженных направлений).	
П1.3	Численные методы в задачах без ограничений (общий алгоритм, Зайделя-Гаусса, наискорейшего спуска, шаговый градиентный, сопряженных направлений).	

П1.4	Постановки задач динамической оптимизации. Свойства функционалов.	2.00
П1.5	Классическое вариационное исчисление в задачах без ограничений и с ограничениями. Аналитическое конструирование регуляторов с КВИ.	2.00
П1.6	Принцип максимума(основная теорема, прямое применение в задачах с нелинейным управлением, учет ограничений по управлению).	
П1.7	Оптимальное по быстродействию управление линейными объектами (управляемость, теорема об n-интервалах, пример синтеза).	
П1.8	Оптимальное управление нелинейными объектами по быстродействию, на минимум ресурсов, аналитического конструирования (принцип максимума, условия общности положения, качественный анализ траекторий, численн	2.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Численный поиск экстремумов в задачах без ограничений и с ограничениями в форме равенств и неравенств	34.00
С1.2	Анализ, синтез и аппаратная или программная реализация оптимального управления в задачах быстродействия и с ограничением ресурсов для конкретных технологических процессов	66.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Сдача зачета	
КВР1.2	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 2 «Структурный синтез систем управления»		59.00
Семинары, практические занятия		
П2.1	Этапы проектирования структуры. Методы учета множества вариантов структуры (морфологический, альтернативно-графовый, логико-комбинаторный).	2.00
П2.2	Сущность ЛКП (исходное представление максимально-избыточной структуры, рабочее представление характеристической булевой функцией, алгоритмы построения сокр.д.н.ф. и ос.ск.н.ф., построение укрупненной структуры).	
П2.3	Критерии оптимальности вариантов структуры. Шкалы измерения критериев.	
П2.4	Методы оптимизации по сложности реализации. Определение эффективных решений. Принципы оптимизации при равноценных и неравноценных критериях сложности и эффективности.	
Самостоятельная работа		
С2.1	Методы учета множества вариантов	15.00
С2.2	Критерии оптимальности вариантов структуры	15.00
С2.3	Определение эффективных решений	15.00
С2.4	Синтез структуры управляющего устройства	12.00

	оптимальной системы	
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 3 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		13.00
ЗЗ.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
ЭЗ.1	Подготовка к сдаче экзамена	6.50
КВР3.1	Сдача зачета	0.50
КВР3.3	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР3.2	Сдача экзамена	0.50
ИТОГО		180.00

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

1) Хорошавин, Валерий Степанович. Оптимальное управление электротехническими установками : учеб. пособие для студентов бакалавриата направлений 13.03.02 и 15.03.06. магистрантов направления 13.04.02 и аспирантов специальностей 05.13.01 и 05.09.03 / В. С. Хорошавин, А. В. Зотов ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ЭПиАПУ. - Киров : ВятГУ, 2019. - 196 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 15.02.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

Учебная литература (дополнительная)

3) Репкина, Наталия Геннадьевна. Модели и алгоритмы оптимизационных электроэнергетических задач : учеб. пособие для студентов направлений 140400.62, 140400.68, 140100.68 / Н. Г. Репкина ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭЭС. - Киров : ВятГУ, 2014. - 105 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 14.12.2012). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

1) Хорошавин, Валерий Степанович. Структурный синтез управляющих устройств оптимальных систем : научное издание / В. С. Хорошавин ; ВятГУ. - Киров : ВятГУ, 2020. - 131, [1] с. - Библиогр.: с. 84-90. - 500 экз. - ISBN 978-5-98228-232-3 : Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Хорошавин, Валерий Степанович. Особое оптимальное управление нелинейными объектами : [монография] / В. С. Хорошавин, А. В. Зотов ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ЭПиАПУ. - Киров : ВятГУ, 2019. - 207, [1] с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 28.03.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

Учебно-методические издания

1) Репкина, Наталия Геннадьевна. Моделирование и оптимизация при решении электроэнергетических задач : учеб.-метод. пособие для студентов направлений 13.03.02, 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника", 14.04.01 "Теплотехника и теплоэнергетика" / Н. Г. Репкина ; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ЭЭС. - Киров : ВятГУ, 2017. - 54 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 06.07.2017). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Петрухин, Андрей Николаевич. АСУ и оптимизация режимов энергетических систем : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 140204.65 / А. Н. Петрухин, И. П. Чесноков ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров : ВятГУ, 2014. - 68 с. - Библиогр.: с. 69. - 30 экз. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 09.04.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3) Моделирование электромеханических систем электропривода : метод. указания и лаб. практикум для студентов д/о и з/о: специальность 140604 / ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ ; сост. Д. В. Ишутинов. - Киров : ВятГУ, 2011. - 59 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

Электронные образовательные ресурсы

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.04.02.02
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A140V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ PROJECTA ПРОФИ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М
НОУТБУК HP g6-1160er 15,6"/I3
ТЕЛЕВИЗОР LG 43LN604V С КРЕПЛЕНИЕМ

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=108171