



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор института Теплоэнергетики  
Чичирова Н.Д.

«28» *сентября* 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация систем управления

Направление подготовки	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль)	Автоматизация технологических процессов и производств
Квалификация	бакалавр

г. Казань 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 г. № 200)

Программу разработал(и):

ст. преподаватель  Сафиуллина Г.М.

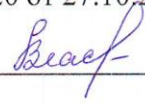
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Автоматизация технологических процессов и производств, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой Плотников В.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Автоматизация технологических процессов и производств, протокол № 24 от 26.10.2020

Зав. кафедрой Плотников В.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института  С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций, определяющих готовность к решению профессиональных задач, по сбору и анализу исходных информационных данных для проектирования технологических процессов, по расчету процессов изготовления продукции, выбору способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, участие в постановке целей проекта, его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях.

Задачами дисциплины являются:

- изучение и освоение основных принципов построения и математического описания оптимальных систем управления;
- овладение навыками сбора и анализа исходных информационных данных;
- овладение умениями по выбору способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с дескрипторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-1: способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	<i>знать:</i> основные принципы построения оптимальных систем управления <i>уметь:</i> собирать и анализировать исходные информационные данные для управления процессами <i>владеть:</i> навыками расчета оптимальных систем управления
ПК-3: готовностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств	<i>знать:</i> способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов <i>уметь:</i> применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов <i>владеть:</i> навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
ПК-4: способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при	<i>знать:</i> критерии оптимальности

<p>заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования</p>	<p><i>уметь:</i> формулировать цели и задачи проекта (программы) <i>владеть:</i> способностью формулировать цели и задачи проекта (программы)</p>
---	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические законы;
- основные понятия и утверждения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных;
- основные понятия и утверждения теории обыкновенных дифференциальных уравнений;

Уметь:

- применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера;
- решать системы линейных алгебраических уравнений;
- решать задачи с применением дифференциального исчисления;

Владеть:

- основными методами дифференцирования;
- основными аналитическими и численными методами решения алгебраических уравнений и систем алгебраических уравнений.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 93 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 34 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 54 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА) – 1 час., самостоятельная работа обучающегося 88 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр(ы)*
		4
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>	93	93
Лекции (Лек)	34	34
Практические (семинарские) занятия (Пр)	34	34
Лабораторные работы (Лаб)	20	20
Групповые консультации	2	2
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	2	2
Сдача экзамена (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>	88	88
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b> (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС									Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / самостоятельного типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Раздел 1. Основные понятия и определения. Классификация оптимальных систем управления	4	4	-	-		10			14		Л1.1 Л1.2	ОпП		5	
Раздел 2. Математическое описание многомерных систем	4	4	10	4		20			38	ПК-1 З ПК-1 В ПК-1 У	Л1.1 Л1.2	РЗЗ, ОЛР		10	
Раздел 3. Постановка задачи оптимизации и критерии оптимальности	4	4	-	-		10			14	ПК-4 З ПК-4 В ПК-4 У	Л1.1 Л1.2	ОпП		5	
Раздел 4. Методы теории оптимального управления	4	22	24	16		48			110	ПК-3 З ПК-3 В ПК-3 У	Л1.1 Л1.2 Л2.1	РЗЗ, ОЛР, тест		40	
Подготовка к промежуточной аттестации					2		2	1	5						
Промежуточная аттестация. <i>Экзамен</i>									35	35			Эк	40	
<b>ИТОГО</b>		34	34	20	2	88	2	1	35	216				100	

### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: групповые дискуссии, проблемное обучение, анализ

ситуаций и имитационных моделей, работа в команде.

## 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный), защиты лабораторных работ; контрольные работы, проведение тестирования (компьютерное), контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной).

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (экзамен) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится письменно по билетам. На экзамен выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Экзаменационные билеты содержат 2 теоретических задания и 1 задание практического характера.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом недостаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1	знать:				
		основные принципы построения оптимальных систем управления	свободно и в полном объеме описывает основные принципы построения оптимальных систем управления	достаточно полно знает основные принципы построения оптимальных систем управления	допускает много грубых ошибок при описании основных принципов построения оптимальных систем управления	имеют место грубые ошибки при описании основных принципов построения оптимальных систем управления
		уметь:				
		собирать и анализировать исходные информационные данные для управления процессами	свободно собирает и анализирует исходные информационные	ориентируется в применяемых методах сбора и анализа ис-	слабо ориентируется в применяемых методах сбора и анализа ис-	имеют место грубые ошибки при применении методов сбо-



			данные для управления процессами	ходных информационных данных для управления процессами	ходных информационных данных для управления процессами	ра и анализа исходных информационных данных для управления процессами
		владеть:				
		навыками расчета оптимальных систем управления	владеет навыками расчета оптимальных систем управления	владеет базовыми навыками расчета оптимальных систем управления	владеет минимальным и базовыми навыками расчета оптимальных систем управления	не владеет минимальным и базовыми навыками расчета оптимальных систем управления
ПК-3	ПК-3	знать:				
		способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	свободно и в полном объеме описывает способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	достаточно полно знает способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	допускает не много грубых ошибок при описании способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	имеют место грубые ошибки при описании способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
		уметь:				
		применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	свободно применяет способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	ориентируется в применяемых способах рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	слабо ориентируется в применяемых способах рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	имеют место грубые ошибки при применении способов рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов
		владеть:				
		навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	владеет навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	владеет базовыми навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и других видов ресурсов	владеет минимальным и базовыми навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и дру-	не владеет минимальным и базовыми навыками по рациональному использованию сырьевых, энергетических и

					гих видов ресурсов	других видов ресурсов
ПК-4	ПК-4	знать:				
		критерии оптимальности	свободно и в полном объеме описывает критерии оптимальности	достаточно полно знает критерии оптимальности	допускает много не грубых ошибок при описании критериев оптимальности	имеют место грубые ошибки при описании критериев оптимальности
		уметь:				
		формулировать цели и задачи проекта (программы)	свободно формулирует цели и задачи проекта	формулирует цели и задачи проекта	с небольшими затруднениями формулирует цели и задачи проекта	имеют место грубые ошибки при формулировании целей и задач
		владеть:				
		способностью формулировать цели и задачи проекта (программы)	владеет навыками разработки и наладки системы автоматического управления	владеет базовыми навыками разработки и наладки системы автоматического управления	владеет минимальным и базовыми навыками разработки и наладки системы автоматического управления	не владеет минимальным и базовыми навыками разработки и наладки систем автоматического управления

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Подымов В.Н.	Лекции по оптимальным системам автоматического управления	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2013	-	17

2	Охорзин В.А., Сафонов К.В.	Теория управления	учебник	М. : Лань	2014	<a href="https://e.lanbook.com/book/49470">https://e.lanbook.com/book/49470</a>	1
---	----------------------------	-------------------	---------	-----------	------	---	---

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Бесековский В.А., Попов Е.П.	Теория систем автоматического управления	учебное издание	СПб. : Профессия	2004	-	18

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бесп.

			срочно
2	Simulink Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Графическая среда имитационного моделирования	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
3	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайн-Трейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-410	доска аудиторная, проектор мультимедийный, компьютер в комплекте с монитором (13 шт.), коммутатор, экран для проектора, стол компьютерный (13 шт.)
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации В-408	доска аудиторная, лабораторный стенд № 1 «Градуировка и поверка технических термомпар», лабораторный стенд № 2 «Наладка и поверка автоматических потенциометров», лабораторный стенд № 3 «Испытание пирометрического милливольтметра», лабораторный стенд № 4 «Определение характеристик приборов измерения температуры», автоматизированный стенд отопительно-вентиляционной установки, шкаф управления, стенд по перекачиванию воды, компьютер в комплекте с монитором
		Компьютерный класс с выходом в Интернет В-410	доска аудиторная, проектор мультимедийный, компьютер в комплекте с монитором (13 шт.), коммутатор, экран для проектора, стол компьютерный (13 шт.)

3	Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-410	доска аудиторная, проектор мультимедийный, компьютер в комплекте с монитором (13 шт.), коммутатор, экран для проектора, стол компьютерный (13 шт.)
		Лаборатория В-419	моноблок (7 шт.), компьютер в комплекте с монитором (3 шт.), проектор, лабораторная установка «АСУ ТП поддержания уровня в баке», стенд по программированию контроллера Simatic S7-300, экран для проектора, доска маркерная, компьютер в комплекте с монитором
4	Самостоятельная работа обучающегося	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития сла-

бослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.



## Структура дисциплины для заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 21 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 12 час., контактные часы во время промежуточной аттестации (КПА) – 1 час., самостоятельная работа обучающегося 187 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b>	21	21
Лекции (Лек)	4	4
Практические (семинарские) занятия (Пр)	4	4
Лабораторные работы (Лаб)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)	4	4
Контактные часы во время промежуточной аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>	187	187
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: <i>экзамена</i>	8	8
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)</b>	Эк	Эк

## Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в ОПОП с 2022/2023 учебного года

В РПД вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися».

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика АТПП «01» июня 2022г., протокол № 6

Зав. кафедрой

В.В. Плотников

Программа одобрена методическим советом института теплоэнергетики «07» июня 2022г., протокол № 05/22

И.о. зам. директора по ИТЭ



Ахметзянова А.Т.

Согласовано:

Руководитель ОПОП

  
Подпись, дата

В.В. Плотников



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Оптимизация систем управления

---

*(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических про-  
цессов и производств

---

Направленность (профиль) Автоматизация технологических  
процессов и производств

Квалификация бакалавр

Оценочные материалы по дисциплине Оптимизация систем управления – комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-4.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: групповой опрос (письменно); защита лабораторных работ; тестирование (с использованием компьютера); контроль выполнения самостоятельной работы обучающихся (письменно), решение разноуровневых задач.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2 курсе, 4 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

### 1.Технологическая карта

#### Семестр 4

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Изучение теоретического материала, подготовка к устному опросу	<i>ОнП</i>		менее 2	2-3	3-4	4-5
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию	<i>РЗЗ, ОЛР</i>	ПК-1 З ПК-1 В ПК-1 У	менее 4	4-6	6-8	8-10
3	Изучение теоретического материала, подготовка к устному опросу	<i>УсО</i>	ПК-4 З ПК-4 В ПК-4 У	менее 2	2-3	3-4	4-5
4	Изучение теоретического	<i>РЗЗ, ОЛР,</i>	ПК-3 З ПК-3 В ПК-3 У	менее 22	22-27	28-33	34-40

	материала, подготовка к практическому занятию, те- стированию	<i>тест</i>					
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60
Промежуточная аттестация							
	<i>Подготовка к зачету с оценкой/ экзамену</i>	<i>Задания к экзамену</i>		менее 25	25-29	30-34	35-40
<b>Итого баллов</b>				<b>0-54</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
1	2	3
Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ)	Задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения	Комплект разноуровневых задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

1	2	3
Опрос письменный (ОпП)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное в виде письменного опроса	Перечень вопросов для подготовки к письменному опросу

### 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	1. Опрос письменный
1	2
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Письменный опрос проводится по разделам «Основные понятия и определения. Классификация оптимальных систем управления» и «Постановка задачи оптимизации и критерии оптимальности». Опрос занимает 10 минут. По завершению проходит обсуждение результатов.</p> <p><i>Перечень примерных вопросов к письменному опросу</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая схема оптимальной автоматической системы управления.</li> <li>2. Классификация оптимальных систем по характеристикам объекта управления.</li> <li>3. Какие системы называют статистически-оптимальными? Приведите примеры.</li> <li>4. Какие системы называют системами с неполной информацией об объекте управления. Приведите примеры</li> <li>5. Перечислите основные критерии оптимизации.</li> </ol>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах <sup>1</sup>	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <p><i>Знание материала</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренной программой дисциплины – 8-10 баллов;</li> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренной программой дисциплины с небольшими замечаниями – 6-8 балла; объему информации</li> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 4-6 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, не достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1-4 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов;</li> </ul> <p><b>Количество баллов: максимум – 10</b></p>
Наименование оценочного средства	2. Разноуровневые задачи и задания
Представление и содержание оценочных материалов	Решение задач по темам «Линейные многомерные системы», «Метод фазовой плоскости», «Статическая оптимизация», «Динамическая оптимизация», «Функционал и его вариация», «Уравнение Эйлера», «Задачи вариационного исчисления», «Динамическое программирование», «Принцип максимума». Возможно применение

1	2
	<p>следующих методов при организации работы: индивидуальная работа, работа у доски, работа в малых группах.</p> <p><i>Перечень примерных задач и заданий</i></p> <p>1. Записать уравнения состояния одноканального объекта, модель которого имеет вид.</p> $\frac{d^2y}{dt^2} + 3\frac{dy}{dt} + y = u.$ <p>2. Объект описывается уравнением</p> $\dot{x} = -2x + u.$ <p>Начальные условия <math>x(0) = 0</math>, <math>x(T) = 1</math>. Критерий оптимальности</p> $Q = \int_0^{\infty} (5x^2 + u^2) dt.$ <p>Найти оптимальный закон управления.</p> <p>3. Электрический привод с двигателем постоянного тока независимого возбуждения нагружен моментом вязкого трения <math>M_{\text{и}} = k_1 \cdot \Omega</math> большой величины и работает в режиме, при котором падение напряжения <math>u_1 = i \cdot (r_{\text{д}} + r_{\text{я}})</math> на сопротивлении <math>r = r_{\text{д}} + r_{\text{я}}</math> значительно больше обратной связи электродвижущей силы <math>e = c_e \cdot \Omega</math>. Определить закон управления электродвигателем, при котором суммарная энергия потерь, затрачиваемая на преодоление момента вязкого трения и на нагрев будет минимальна. Момент инерции якоря с моментом <math>J = 0,2 \text{ Г*см*сек}^2</math>, коэффициенты пропорциональности двигателя по ЭДС <math>c_e = 0,096 \text{ в*сек}</math> и по моменту <math>c_m = 30 \text{ Г*см/а}</math>, <math>k_1 = 10 \text{ Г*см*сек}</math>, <math>r_{\text{д}} + r_{\text{я}} = 5 \text{ Ом}</math>.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p><i>При оценке решения задач используются следующие критерии</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> задача решена верно, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла;</li> <li><input type="checkbox"/> задача решена не полностью, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл;</li> <li><input type="checkbox"/> задача решена не верно или не решена, понимание содержания учебного материала отсутствует – 0 баллов;</li> </ul> <p><b>Максимальное количество баллов - 20</b></p>
<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>3. Отчет по лабораторной работе</b>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Составление отчета по лабораторным работам.</p> <p>Темы лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Изучение программного комплекса на примере моделирования линейной САР».</li> <li>- «Параметрическая оптимизация систем управления».</li> <li>- «Методы безусловной оптимизации».</li> <li>- «Методы условной оптимизации».</li> <li>- «Решение задач вариационного исчисления».</li> </ul> <p>Значения коэффициентов выдаются индивидуально, по списку группы.</p>
1	2

	<p>Отчет должен содержать</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Титульный лист</li> <li>2. Тема</li> <li>3. Цель работы</li> <li>4. Индивидуальное задание</li> <li>5. Порядок выполнения работы</li> <li>6. Математическая модель</li> <li>7. Графики переходных процессов и частотных характеристик</li> <li>8. Выводы</li> </ol> <p>Требования к оформлению отчета</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформлять на листах формата А4 печатным текстом.</li> <li>2. Шрифт 14 пт, Times New Roman.</li> <li>3. Абзац – 1,25 пт.</li> <li>4. Межстрочный интервал – одинарный.</li> <li>5. Отступ слева, справа – 0 см.</li> <li>6. Интервал сверху, снизу – 0 пт.</li> <li>7. Выравнивание заголовков – по центру, выравнивание основного текста – по ширине.</li> <li>8. Формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft. Формулы должны быть пронумерованы.</li> <li>9. Структурные, схемы графики должны быть сохранены из MATLAB.</li> <li>10. Страницы пронумерованы.</li> </ol> <p>Перечень примерных вопросов для защиты лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы принципы построения и работы САР?</li> <li>2. Поясните понятия динамического и статического режима САР.</li> <li>3. Что такое устойчивый и неустойчивый режим работы САР?</li> <li>4. Как составляются функциональные и структурные схемы САР?</li> <li>5. Какие системы управления называются оптимальными?</li> <li>6. Поясните понятие критерий оптимизации.</li> <li>7. Как влияют параметры на переходную функцию оптимальной системы?</li> <li>8. Какая вариационная задача решается?</li> <li>9. Всегда ли решение вариационной задачи будет единственным?</li> <li>10. В каких случаях вариационная задача теряет смысл?</li> </ol>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненной лабораторной работы учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Соблюдение требований к оформлению лабораторной работы</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена с соблюдением всех требований – 2 балла;</li> <li>- работа выполнена с соблюдением не всех требований – 1 балл;</li> <li>- работа выполнена без соблюдения требований – 0 баллов.</li> </ul> </li> <li>2. <i>Ответы на вопросы при защите лабораторной работы</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответы даны в полном объеме – 2 баллов</li> <li>- ответы раскрыты не полно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения материала – 1 балл</li> <li>- в ответах не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов</li> </ul> </li> </ol>
<p>1</p>	<p>2</p>
	<p>3. <i>Уровень теоретического анализа</i></p>



	<input type="checkbox"/> показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; <input type="checkbox"/> обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 0 балл; <b>Максимальное количество баллов - 25</b>
<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>4. Тест</b>
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тест выполняется на практическом занятии в течение 15-20 минут. Проверяется знание материала: основные уравнения, понятия и определения.</p> <p>Перечень примерных тестовых заданий</p> <p>1. Автоматическая система регулирования, у которой заданное значение регулируемой величины - известная заранее функция времени <math>u=f(t)</math></p> <input type="checkbox"/> стабилизирующая <input type="checkbox"/> программная <input type="checkbox"/> следящая <p>2. Линеаризация нелинейной функции основана на использовании разложения функции в ряд</p> <input type="checkbox"/> Тейлора <input type="checkbox"/> Фурье <input type="checkbox"/> гармонический <input type="checkbox"/> Лорана <p>3. В методе фазовой плоскости, уравнения, записываемые в виде системы дифференциальных уравнений 1-го порядка, разрешенных относительно производной, называются</p> <input type="checkbox"/> нормальной формой Эйлера-Фурье <input type="checkbox"/> нормальной формой Тейлора <input type="checkbox"/> нормальной формой Коши <p>4. Область одного вида движения, в фазовом портрете, отделяется от области другого линиями, которые называются .....</p> <input type="checkbox"/> “сепаратриссы” <input type="checkbox"/> “гистерезисы” <input type="checkbox"/> “фокусы” <p>5. Совокупность фазовых траекторий, каждая для своих начальных условий, называется .....</p> <input type="checkbox"/> изображающей точкой <input type="checkbox"/> изображающей линией <input type="checkbox"/> фазовым портретом
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Каждый правильный ответ дает 0,5 баллов.  <b>Максимальное количество баллов – 5.</b></p>

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
1	2
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят экзаменационных билетов, содержащих два теоретических вопроса и одну практическую задачу для проверки теоретических и практических навыков. Всего 40 экзаменационных билетов.</p> <p><i>Примеры экзаменационных билетов:</i></p> <p><b>Билет №</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация по характеристикам объекта управления.</li> <li>2. Уравнение Эйлера.</li> <li>3. Записать уравнения состояния одноканального объекта, модель которого имеет вид.</li> </ol> $\frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + y = u \cdot$ <p><b>Билет №</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изображение процессов на фазовой плоскости.</li> <li>2. Статическая оптимизация.</li> <li>3. Найти экстремаль функционала</li> </ol> $Q = \int_0^1 \left[ xy + \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 \right] dt.$ <p>Граничные условия <math>y(0) = 0, \quad y(1) = 4</math></p> <p><b>Билет №</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задачи вариационного исчисления</li> <li>2. Динамическая оптимизация. Функционал и его вариация.</li> <li>3. Найти характеристическое уравнение для матрицы</li> </ol> $A = \begin{bmatrix} 2 & -0,2 & 3 \\ 0,1 & 0,5 & 3 \\ -2 & -1 & 7 \end{bmatrix}.$
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильность выполнения практического задания</li> <li>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.</li> <li>4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</li> <li>5. Логичность и последовательность ответа</li> <li>6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщен-</li> </ol>

	ных вариантов решения проблем
1	2
	<p>От 30 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</p> <p>От 19 до 29 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускаются одна – две неточности в ответе.</p> <p>От 8 до 18 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.</p> <p><b>Максимальное количество баллов за экзамен - 40</b></p>