МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	72	72	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11959

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «16» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. КСУП _____ Черепанов О. И.

доцент каф. КСУП _____ Черепанов Р. О.

Заведующий обеспечивающей каф.
КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС _____ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф.
КСУП _____ Шурыгин Ю. А.

Эксперты:

доцент ТУСУР, КСУП _____ Зюзьков В. М.

Согласована на портале № 11959

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение основ оптимального проектирования, основных задач оптимизации систем и методов hешения задач оптимизации систем

1.2. Задачи дисциплины

– дать представление о проблемах выбора критериев оптимальности, выбора метода оптимизации, интерпретации результатов. Научить применению вариационных методов решения задач оптимизации, методов линейного и выпуклого программирования, основам применения численных методов оптимизации, методов, базирующихся на принципе максимума Понтрягина.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптимизация систем» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вычислительная математика, Математика, Программирование и алгоритмизация, Спецглавы математики, Теория автоматического управления, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при 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;

– ПК-6 способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа;

– ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы и алгоритмы решения задач оптимизации систем; методы построения математических моделей, их упрощения, средства моделирования; технологию планирования эксперимента.

– **уметь** проектировать простые программные алгоритмы решения задач оптимизации систем и реализовывать их с помощью современных средств программирования; определять технологические режимы и показатели качества функционирования систем, рассчитывать оптимальные режимы работы; планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере

– **владеть** принципами и методами моделирования, навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования для решения задач оптимизации систем.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 11959

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	17	17
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	11
Подготовка и написание отчета по практике	26	26
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Общая постановка задачи оптимизации.	2	1	2	8	13	ПК-20, ПК-4, ПК-6
2 Задачи оптимального управления.	2	1	0	4	7	ПК-20, ПК-4, ПК-6
3 Классическое вариационное исчисление.	2	1	2	5	10	ПК-20, ПК-4, ПК-6
4 Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	2	1	0	4	7	ПК-20, ПК-4, ПК-6
5 Условия стационарности интегрального функционала.	2	1	2	6	11	ПК-20, ПК-4, ПК-6
6 Вариационные уравнения Эйлера.	2	1	2	6	11	ПК-20, ПК-4, ПК-6
7 Вариационный принцип Ферма.	2	1	0	4	7	ПК-20, ПК-4, ПК-6

Согласована на портале № 11959

8 Задача о брахистохроне.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
9 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
10 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	2	1	2	6	11	ПК-20, ПК-4, ПК-6
11 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
12 Численные методы безусловной оптимизации.	2	1	2	3	8	ПК-20, ПК-4, ПК-6
13 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	2	1	2	6	11	ПК-20, ПК-4, ПК-6
14 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
15 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	2	1	2	4	9	ПК-20, ПК-4, ПК-6
16 Принцип максимума.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
17 Условия трансверсальности, задачи с закрепленными и подвижными концами.	2	1	0	2	5	ПК-20, ПК-4, ПК-6
18 Примеры применения принципа максимума.	2	1	2	4	9	ПК-20, ПК-4, ПК-6
Итого за семестр	36	18	18	72	144	
Итого	36	18	18	72	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры.	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
2 Задачи оптимального управления.	Типичные задачи оптимального	2	ПК-20,

Согласована на портале № 11959

	управления. Критерии оптимальности		ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
3 Классическое вариационное исчисление.	Основные понятия вариационного исчисления: вариация функции, свойства вариаций	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
4 Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
5 Условия стационарности интегрального функционала.	Общая форма записи условия стационарности функционала. Частные случаи	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
6 Вариационные уравнения Эйлера.	Вариационная производная, условия стационарности и уравнения Эйлера для интегрального функционала	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
7 Вариационный принцип Ферма.	Примеры развития и применения основных идей вариационного исчисления в задачах механики и физики	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
8 Задача о брахистохроне.	Задача о брахистохроне	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
9 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
10 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Выпуклое программирование, основные определения, методы и особенности решения задач выпуклого программирования	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
11 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	Принцип двойственности. Сравнение алгоритмов решения задач оптимизации на основе принципа двойственности. Примеры	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
12 Численные методы безусловной оптимизации.	Простейшие численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
13 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод	Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного	2	ПК-20, ПК-4, ПК-

Согласована на портале № 11959

решения задач линейного программирования.	программирования. Типичные примеры применения		6
	Итого	2	
14 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
15 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
16 Принцип максимума.	Формулировка принципа максимума Понтрягина: функция Гамильтона-Понтрягина, канонические и присоединенные уравнения, принцип максимума	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
17 Условия трансверсальности, задачи с закрепленными и подвижными концами.	Постановка условий на концах фазовой траектории в различных задачах оптимального управления	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
18 Примеры применения принципа максимума.	Примеры применения принципа максимума, сравнение с методами классического вариационного исчисления	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Предшествующие дисциплины																		
1 Вычислительная математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Программирование и алгоритмизация	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Спецглавы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 11959

математики																		
5 Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Электротехника и электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практике
ПК-6	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практике
ПК-20	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Анализ типичных задач оптимального управления	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 11959

3 Классическое вариационное исчисление.	Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
5 Условия стационарности интегрального функционала.	Вариационная производная, условия стационарности и уравнения Эйлера для интегрального функционала	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
6 Вариационные уравнения Эйлера.	Применение основных идей вариационного исчисления в задачах механики и физики	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
10 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Выпуклое программирование, методы и особенности решения задач выпуклого программирования	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
12 Численные методы безусловной оптимизации.	Численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
13 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
15 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
18 Примеры применения принципа максимума.	Примеры применения принципа максимума, сравнение с методами классического вариационного исчисления	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Темака практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Задача оптимизации как задача оптимального расходования	1	ПК-20, ПК-4, ПК-

Согласована на портале № 11959

	ограниченного объема ресурсов		6
	Итого	1	
2 Задачи оптимального управления.	Необходимые условия для постановки задачи оптимизации	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
3 Классическое вариационное исчисление.	Основные понятия вариационного исчисления: вариация функции, свойства вариаций	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
4 Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	Общая форма записи условия стационарности функционала	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
5 Условия стационарности интегрального функционала.	Общая форма записи условия стационарности интегрального функционала. Частные случаи	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
6 Вариационные уравнения Эйлера.	Решение уравнения Эйлера	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
7 Вариационный принцип Ферма.	вариационная постановка задачи о преломлении света на границе двух сред	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
8 Задача о брахистохроне.	Постановка задачи о брахистохроне	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
9 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
10 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Необходимые и достаточные условия экстремума выпуклых функций	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
11 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	Принцип двойственности. Алгоритмы решения задач оптимизации на основе принципа двойственности	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
12 Численные методы безусловной оптимизации.	Сравнение численных методов решения задач безусловной оптимизации	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
13 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	

Согласована на портале № 11959

14 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	поиск начальной угловой точки	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
15 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
16 Принцип максимума.	Формулировка принципа максимума Понтрягина: функция Гамильтона-Понтрягина, канонические и присоединенные уравнения, принцип максимума	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
17 Условия трансверсальности, задачи с закрепленными и подвижными концами.	Постановка условий на концах фазовой траектории в различных задачах оптимального управления	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
18 Примеры применения принципа максимума.	Связь принципа максимума с задачами классического вариационного исчисления	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Общая постановка задачи оптимизации.	Подготовка и написание отчета по практике	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Подготовка и написание отчета по практике	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	8		
2 Задачи оптимального	Подготовка и написание	2	ПК-20,	Опрос на занятиях,

Согласована на портале № 11959

управления.	отчета по практике		ПК-4, ПК-6	Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
3 Классическое вариационное исчисление.	Подготовка и написание отчета по практике	2	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	5		
4 Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
5 Условия стационарности интегрального функционала.	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
6 Вариационные уравнения Эйлера.	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
7 Вариационный принцип Ферма.	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
8 Задача о брахистохроне.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		

Согласована на портале № 11959

9 Условия оптимальности в задачах минимизации функций одной переменной.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
10 Условия оптимальности в задачах выпуклого программирования.	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
11 Принцип двойственности в задачах линейного и выпуклого программирования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
12 Численные методы безусловной оптимизации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	0		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
13 Численные методы условной оптимизации: симплекс-метод решения задач линейного программирования.	Подготовка и написание отчета по практике	3	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
14 Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
15 Примеры применения симплекс-метода в задачах линейного программирования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 11959

	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
16 Принцип максимума.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
17 Условия трансверсальности, задачи с закрепленными и подвижными концами.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
18 Примеры применения принципа максимума.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-20, ПК-4, ПК-6	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Опрос на занятиях	3	4	4	11
Отчет по лабораторной работе	10	15	15	40
Отчет по практике	2	4	4	10
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	18	26	26	70

Согласована на портале № 11959

Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	44	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Ашманов С.А., Тимохов А.В.Теория оптимизации в задачах и упражнениях: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 448с. (электр. ресурс). [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/3799/

12.2. Дополнительная литература

1. Черепанов О.И. Методы оптимизации: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 520 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
3. А.И. Рубан. Методы оптимизации. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976. – 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)
4. А.И. Рубан. Оптимизация систем. Ч.1. – Томск: Изд-во ТГУ, 1984. – 198 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)
5. С. Гасс. Путешествие в страну линейного программирования. – М.: Мир, 1973.- 176 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. . Черепанов О.И. Лабораторный практикум. - Томск, 2012г. – 19с. [Электронный ресурс

Согласована на портале № 11959

]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

2. Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов. - Томск, 2012г. – 17с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

3. Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям. - Томск, 2012г. – 30с [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

4. Черепанов О.И. Материалы для контроля знаний. - Томск, 2012г. – 5с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. scopus.com

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 214. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -5 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 214. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 5 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

Согласована на портале № 11959

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 11959

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 11959

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Оптимизация систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:
- профессор каф. КСУП Черепанов О. И.
- доцент каф. КСУП Черепанов Р. О.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11959

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-4	способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при 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	Должен знать методы и алгоритмы решения задач оптимизации систем; методы построения математических моделей, их упрощения, средства моделирования; технологию планирования эксперимента. ; Должен уметь проектировать простые программные алгоритмы решения задач оптимизации систем и реализовывать их с помощью современных средств программирования; определять технологические режимы и показатели качества функционирования систем, рассчитывать оптимальные режимы работы; планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере ; Должен владеть принципами и методами моделирования, навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования для решения задач оптимизации систем.;
ПК-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	
ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

Согласована на портале № 11959

	применимости	проблем	
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при 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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные задачи теории оптимизации систем, алгоритмы решения задач оптимизации систем, методы построения математических моделей, их упрощения, средства автоматизации расчетов и проектирования	Умеет проектировать простые программные алгоритмы и реализовывать их с помощью современных средств программирования, определять показатели качества функционирования систем, рассчитывать оптимальные режимы работы; планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере	Владеет навыками принципами и методами проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования для решения задач оптимизации систем
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 11959

	• Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости различных методов оптимизации систем и процессов ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем ;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует навыки поиска оптимальных решений прикладных проблем;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие принципы решения задач оптимизации систем и процессов ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач оптимизации систем;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении задач оптимизации систем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в теории оптимизации систем и процессов ;	• Обладает основными умениями, требуемыми для решения простых задач оптимизации систем;	• Работает над решением задач оптимизации систем при прямом наблюдении руководителя;

2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные виды математических моделей систем и процессов, а	Умеет использовать теоретические знания при объяснении	Владеет навыками построения математических моделей

Согласована на портале № 11959

	также методы оптимизации систем	результатов экспериментов, применять знания в области теории оптимизации для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач	систем, а также оценки параметров по результатам стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости методов оптимизации систем ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем и решения задач оптимизации систем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия по решению задач оптимизации систем;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия теории оптимизации систем ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач оптимизации систем ;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем оптимизации ;
Удовлетворительно (пороговый	• Обладает базовыми	• Обладает основными	• Работает при прямом

Согласована на портале № 11959

уровень)	общими знаниями по теории оптимизации систем;	умениями, требуемыми для решения простых задач оптимизации;	наблюдении руководителя при решении задач оптимизации систем;

2.3 Компетенция ПК-20

ПК-20: способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает типичные постановки задач теории оптимизации, методики обработки и анализа результатов их решения	Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области теории оптимизации систем и для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач	Владеет навыками построения моделей систем, выбора целевых функций и критериев оптимальности, оценки параметров по результатам экспериментов
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• • анализирует связи между различными физическими понятиями и моделями систем; • представляет способы и результаты	• • свободно применяет методы решения задач оптимизации в незнакомых ситуациях; • умеет математически выражать и	• • способен руководить междисциплинарной командой при решении задач оптимизации систем; • свободно

Согласована на портале № 11959

	использования методов оптимизации систем; • математически обосновывает выбор метода и план решения задачи ;	аргументированно доказывать положения теории оптимизации систем ;	владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме ;
Хорошо (базовый уровень)	• • понимает связи между различными физическими понятиями и способами их математического описания; • имеет представление о математических моделях систем и методах их оптимизации, ; • аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; • графически иллюстрирует задачу ;	• • самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; • применяет методы решения задач оптимизации в незнакомых ситуациях; • умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения теории оптимизации систем ;	• • критически осмысливает полученные знания; • компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); • владеет разными способами представления физической информации ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• • дает определения основных понятий теории оптимизации; • знает основные методы решения типовых задач теории оптимизации и способен применять их на практике ;	• • умеет работать со справочной литературой; • использует методы, указанные в описании практических работ; • умеет представлять результаты своей работы ;	• • владеет терминологией теории оптимизации систем; • способен корректно представить знания в математической форме ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– 1) Необходимые условия, при которых имеет смысл говорить об оптимальном решении некоторой задачи. 2) Дайте определение вариации функции. 3) Вариация, геометрическая интерпретация вариаций 4) Каковы основные свойства оператора варьирования 5) Как определяется вариация сложной функции. 6) Линейный и квадратичный функционалы. 7) Основная лемма вариационного исчисления 8) Условия стационарности функционала 9) Условие стационарности интегрального функционала. 10) Дайте определение интегрального функционала. 11) Дайте определение вариации интегрального функционала. 12) Дайте определение вариационной производной интегрального функционала. 13) Сформулируйте основную задачу линейного программирования. 14) Рассмотрите постановку задачи оптимального планирования производства. 15) Сформулируйте каноническую задачу линейного программирования. 16) Дайте определение угловой точки применительно к задачам линейного программирования. 17) Выбор начальной угловой точки при решении задачи линейного программирования. 18) Каноническая задача линейного программирования. Симплекс-таблица для некоторой угловой точки в задачах

Согласована на портале № 11959

линейного программирования. Смысл основных величин в симплекс-таблице. 19) Основы симплекс-метода решения задач линейного программирования на примере задачи: , при ограничениях вида 20) Дайте определение угловой точки, базиса, базисных и свободных переменных в задачах линейного программирования. 21) Найти хотя бы одну угловую точку и её базис в задаче . (Ограничения заданы в виде). 22) Рассмотрите возможные варианты продолжения решения задачи линейного программирования в зависимости от значений коэффициентов в симплекс-таблице. 23) Опишите симплекс-метод решения задачи линейного программирования. 24) Дайте определение функции Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных при наличии ограничений типа равенств. 25) Постановка задачи оптимального управления: основные понятия на примере задачи о прямолинейном движении материальной точки. 26) Постановка задач оптимального управления в задаче со свободными концами. 27) Постановка задач оптимального управления в задаче с закрепленными концами. 28) Постановка задач оптимального управления в задаче с подвижными концами. 29) Функция Гамильтона-Понтрягина. 30) Основная задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация возможных вариантов решения для случая двух Вариационный принцип Ферма. 31) Сведение основной задачи линейного программирования к канонической задаче. Пример постановки транспортной задачи. 32) Задача о брахистохроне. 33) Каноническая и основная задачи линейного программирования. Пример постановки задачи оптимального использования посевной площади. 34) Понятие экстремума функции одного переменного. Необходимое условие экстремума функции одного переменного. 35) «Подозрительные» на экстремум точки для функции одного переменного. 36) Первое достаточное условие экстремума функции одного переменного. 37) Достаточное условие экстремума функции одного переменного: исследование производных высших порядков. 38) Выпуклое программирование. Метод множителей Лагранжа: поиск седловой точки методом проекции градиента. 39) Второе достаточное условие экстремума функции одного переменного. Исследование производных высших порядков. 40) функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. Исследование первой производной. 41) Выпуклые функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. 42) Выпуклые функции одного переменного: исследование второй производной 43) Выпуклые функции многих переменных. Необходимое условие минимума гладких выпуклых функций, заданных на выпуклом множестве. 44) Достаточное условие минимума гладких выпуклых функций, заданных на выпуклом множестве. 45) Определить, при каких значениях чисел a,b,c функция (верхний индекс – показатель степени, нижний индекс – номер независимой переменной) будет выпуклой в пространстве E3. 46) Выпуклое программирование. Двойственная задача. 47) Выпуклое программирование. Теорема Куна-Таккера. 48) Выпуклое программирование: принцип двойственности. 49) Назовите простейшие численные методы поиска экстремума функции одной переменной. 50) Классический метод поиска экстремума функции одной переменной. 51) Достаточное условие экстремума функций многих переменных для задач с ограничениями типа неравенств. (Метод множителей Лагранжа). 52) Поиска экстремума функции одной переменной: метод деления отрезка пополам. 53) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод золотого сечения. 54) Метод множителей Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных с ограничениями типа равенств. 55) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод касательных. 56) Функция Лагранжа в задачах на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств). 57) Определение функции многих переменных. Первый и второй дифференциал функции многих переменных. Градиент функции. 58) Классический метод решения задач на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств). 59) Необходимое условие экстремума функции многих переменных. 60) Достаточное условие экстремума функции многих переменных. 61) Достаточное условие экстремума функции одного переменного: исследование производных высших порядков. 62) Определение угловой точки в задачах линейного программирования. 63) Основные понятия теории оптимального управления: фазовые переменные, управление, функция цели, критерий оптимальности. 64) Условия трансверсальности в задачах оптимального управления. 65) Дайте определение функции Гамильтона-Понтрягина для задач оптимального управления. 66) Дайте определение присоединенной системы для задачи оптимального управления. 67) Запишите канонические уравнения для задачи оптимального

Согласована на портале № 11959

управления. 68) Связь принципа максимума Понтрягина и классического вариационного исчисления.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры.

– Типичные задачи оптимального управления. Критерии оптимальности

– Основные понятия вариационного исчисления: вариация функции, свойства вариаций

– Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов

– Общая форма записи условия стационарности функционала. Частные случаи

– Вариационная производная, условия стационарности и уравнения Эйлера для интегрального функционала

– Примеры развития и применения основных идей вариационного исчисления в задачах механики и физики

– Задача о брахистохроне

– Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной

– Выпуклое программирование, основные определения, методы и особенности решения задач выпуклого программирования

– Принцип двойственности. Сравнение алгоритмов решения задач оптимизации на основе принципа двойственности. Примеры

– Простейшие численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации

– Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования. Типичные примеры применения

– Симплекс-метод решения задач линейного программирования: поиск начальной угловой точки

– Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

– Формулировка принципа максимума Понтрягина: функция Гамильтона-Понтрягина, канонические и присоединенные уравнения, принцип максимума

– Постановка условий на концах фазовой траектории в различных задачах оптимального управления

– Примеры применения принципа максимума, сравнение с методами классического вариационного исчисления

3.3 Экзаменационные вопросы

– Билет 1. 1) Постановка задачи линейного программирования. 2) Принцип максимума Понтрягина. Применение принципа максимума на примере задачи о прямолинейном движении материальной точки. Билет 2. 1) Функция Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных при наличии ограничений типа равенств. 2) Функция Гамильтона-Понтрягина, определение присоединенной системы для задачи оптимального управления, канонические уравнения. Билет 3. 1) Условия трансверсальности в задачах оптимального управления. 2) Постановка задачи оптимального управления: основные понятия на примере задачи о прямолинейном движении материальной точки. Билет 4. 1) Связь принципа максимума Понтрягина и классического вариационного исчисления. 2) Основы симплекс-метода решения задач линейного программирования на примере задачи: , при ограничениях вида Билет 5. 1) Постановка задач оптимального управления: задачи со свободными концами, задачи с закрепленными концами, задачи с подвижными концами. 2) Выбор начальной угловой точки при решении задачи линейного программирования. Билет 6. 1) Функция Гамильтона-Понтрягина. 2) Каноническая задача линейного программирования. Симплекс-таблица для некоторой угловой точки в задачах линейного программирования. Смысл основных величин в симплекс-таблице. Три варианта продолжения решения задачи линейного программирования в зависимости от значений коэффициентов в симплекс-таблице. Билет 7. 1) Вариация, геометрическая интерпретация вариаций, основные свойства оператора варьирования, вариация сложной функции. 2) Каноническая задача линейного программирования. Симплекс-метод решения задачи линейного

Согласована на портале № 11959

программирования. Билет 8. 1) Линейный и квадратичный функционалы. Условие стационарности функционала. Интегральный функционал, вариация интегрального функционала. 2) Понятие угловой точки, базиса, базисных и свободных переменных в задачах линейного программирования. Найти хотя бы одну угловую точку и её базис в задаче . (Ограничения заданы в виде). Билет 9. 1) Основная лемма вариационного исчисления. Условия стационарности интегрального функционала. 2) Основная задача линейного программирования. Геометрическая интерпретация возможных вариантов решения для случая двух переменных. Билет 10. 1) Вариационный принцип Ферма. 2) Сведение основной задачи линейного программирования к канонической задаче. Пример постановки транспортной задачи. Билет 11. 1) Задача о брахистохроне. 2) Каноническая и основная задачи линейного программирования. Пример постановки задачи оптимального использования посевной площади. Билет 12. 1) Понятие экстремума функции одного переменного. Необходимое условие экстремума функции одного переменного. «Подозрительные» на экстремум точки. 2) Общая постановка задачи линейного программирования. Пример постановки задачи оптимального планирования производства. Билет 13. 1) Первое достаточное условие экстремума функции одного переменного. 2) Выпуклое программирование. Метод множителей Лагранжа: поиск седловой точки методом проекции градиента. Билет 14. 1) Второе достаточное условие экстремума функции одного переменного. Исследование производных высших порядков. 2) Выпуклое программирование. Двойственная задача. Билет 15. 1) Выпуклые функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. Исследование первой производной. 2) Выпуклое программирование. Теорема Куна-Таккера. Билет 16. 1) Выпуклые функции одного переменного. Критерий выпуклости функций одного переменного. Исследование второй производной. 2) Выпуклые функции многих переменных. Необходимое и достаточное условие минимума гладких выпуклых функций, заданных на выпуклом множестве. Билет 17. 1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Классический метод. Метод деления отрезка пополам. 2) Достаточное условие экстремума функций многих переменных для задач с ограничениями типа неравенств. (Метод множителей Лагранжа). Билет 18. 1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод золотого сечения. 2) Метод множителей Лагранжа в задачах минимизации функций многих переменных с ограничениями типа равенств. Билет 19. 1) Численные методы поиска экстремума функции одной переменной. Метод касательных. 2) Функция Лагранжа в задачах на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств). Билет 20. 1) Определение функции многих переменных. Первый и второй дифференциал функции многих переменных. Градиент функции. 2) Классический метод решения задач на условный экстремум функции многих переменных (с ограничениями типа равенств). Билет 21. 1) Необходимое условие экстремума функции многих переменных. 2) Достаточное условие экстремума функции многих переменных. Билет 22. 1) Достаточное условие экстремума функции одного переменного: исследование производных высших порядков. 2) Основные понятия теории оптимального управления: фазовые переменные, управление, функция цели, критерий оптимальности. Билет 23. 1) Определение угловой точки в задачах линейного программирования. 2) Выпуклое программирование: принцип двойственности. Кроме того, в качестве третьего вопроса каждый билет содержит простую задачу оптимизации

3.4 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Задача оптимизации как задача оптимального расходования ограниченного объема ресурсов
– Необходимые условия для постановки задачи оптимизации
– Основные понятия вариационного исчисления: вариация функции, свойства вариаций
– Общая форма записи условия стационарности функционала
– Общая форма записи условия стационарности интегрального функционала. Частные случаи
– Решение уравнения Эйлера
– вариационная постановка задачи о преломлении света на границе двух сред
– Постановка задачи о брахистохроне
– Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной переменной
– Необходимые и достаточные условия экстремума выпуклых функций

Согласована на портале № 11959

– Принцип двойственности. Алгоритмы решения задач оптимизации на основе принципа двойственности

– Сравнение численных методов решения задач безусловной оптимизации

– Симплекс-метод решения задач линейного программирования

– поиск начальной угловой точки

– Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

– Формулировка принципа максимума Понтрягина: функция Гамильтона-Понтрягина, канонические и присоединенные уравнения, принцип максимума

– Постановка условий на концах фазовой траектории в различных задачах оптимального управления

– Связь принципа максимума с задачами классического вариационного исчисления

3.5 Темы лабораторных работ

– Анализ типичных задач оптимального управления

– Вариация линейного, квадратичного, интегрального функционалов

– Вариационная производная, условия стационарности и уравнения Эйлера для интегрального функционала

– Применение основных идей вариационного исчисления в задачах механики и физики

– Выпуклое программирование, методы и особенности решения задач выпуклого программирования

– Численные методы и алгоритмы решения задач безусловной оптимизации

– Метод последовательного улучшения плана для решения задач линейного программирования

– Задачи оптимального планирования производства, транспортная задача, задача оптимального распределения посевных площадей

– Примеры применения принципа максимума, сравнение с методами классического вариационного исчисления

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Ашманов С.А., Тимохов А.В.Теория оптимизации в задачах и упражнениях: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 448с. (электр. ресурс). [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/3799/

4.2. Дополнительная литература

1. Черепанов О.И. Методы оптимизации: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 148 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 520 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

3. А.И. Рубан. Методы оптимизации. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976. – 320 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 39 экз.)

4. А.И. Рубан. Оптимизация систем. Ч.1. – Томск: Изд-во ТГУ, 1984. – 198 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.)

5. С. Гасс. Путешествие в страну линейного программирования. – М.: Мир, 1973.- 176 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 2 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. . Черепанов О.И. Лабораторный практикум. - Томск, 2012г. – 19с. [Электронный ресурс

Согласована на портале № 11959

]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

2. Черепанов О.И. Методические указания по самостоятельной работе студентов. - Томск, 2012г. – 17с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

3. Черепанов О.И. Сборник заданий к семинарским занятиям. - Томск, 2012г. – 30с [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

4. Черепанов О.И. Материалы для контроля знаний. - Томск, 2012г. – 5с. [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/umk-metody-optimizacii

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. scopus.com

Согласована на портале № 11959