МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

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 ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы автоматизированного проектирования**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	153	153	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	7	
Контрольные работы	7	2

Томск

Согласована на портале № 75293

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. В рамках данного курса изучаются основные понятия, связанные с методами оптимизации; приводится анализ экстремальных задач, рассматриваются методы безусловной оптимизации функции одной переменной и функций многих переменных, линейное и целочисленное программирование, транспортная задача, нелинейное программирование.

1.2. Задачи дисциплины

1. получить представление об основах теории оптимизации и способах решения практических задач оптимизации.
2. изучить способы решения типовых задач оптимизации с помощью современных программных средств.
3. научиться анализировать полученные результаты и оценивать их точность.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		

Согласована на портале № 75293

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации для решения поставленных задач, а также методы системного анализа	знает основы системного подхода и теорию оптимизации для решения задачи поиска оптимальных проектных решений
	УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	умеет применять методы и программные средства для поиска нужной информации при решении оптимизационных задач
	УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач; способен генерировать различные варианты решения поставленных задач	владеет методами, алгоритмами и программными средствами для решения оптимизационных задач; способен генерировать варианты проектных решений для поставленной задачи и осуществлять выбор оптимального из них
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	ОПК-9.1. Знает классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач	знает классификацию программных средств и возможности их применения для решения практических задач оптимизации
	ОПК-9.2. Умеет находить и анализировать техническую документацию по использованию программного средства, использует программные средства для решения конкретной задачи	умеет использовать методы, алгоритмы и программные средства для решения типовых задач оптимизации
	ОПК-9.3. Владеет методиками использования программного средства в соответствующем виде для решения конкретной задачи	владеет методами, алгоритмами и программными средствами для решения типовых задач оптимизации
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 75293

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	18
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	153	153
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	25	25
Подготовка к контрольной работе	64	64
Подготовка к лабораторной работе	32	32
Написание отчета по лабораторной работе	32	32
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Введение	-	4	-	9	13	ОПК-9, УК-1
2 Анализ экстремальных задач	-		1	20	21	ОПК-9, УК-1
3 Методы минимизации функции одной переменной	4		1	28	33	ОПК-9, УК-1
4 Методы поиска экстремума функции многих переменных	-		1	28	29	ОПК-9, УК-1
5 Линейное программирование	-		1	28	29	ОПК-9, УК-1
6 Транспортная задача	-		1	12	13	ОПК-9, УК-1
7 Нелинейное программирование	4		1	28	33	ОПК-9, УК-1
Итого за семестр	8	4	6	153	171	
Итого	8	4	6	153	171	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Согласована на портале № 75293

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение	Общее понятие оптимизации. Необходимые условия для постановки задачи оптимизации. Примеры типовых задач оптимизации.	0	УК-1
	Итого	-	
2 Анализ экстремальных задач	Основные понятия и определения. Постановка и классификация задач оптимизации. Необходимые и достаточные условия существования экстремума. Характеристики алгоритмов оптимизации. Критерии останова. Численная аппроксимация градиентов. Классы алгоритмов оптимизации.	1	УК-1
	Итого	1	
3 Методы минимизации функции одной переменной	Классификация методов минимизации функции одной переменной. Методы исключения интервалов. Метод равномерного поиска. Метод деления отрезка пополам (метод дихотомии). Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания. Квадратичная аппроксимация. Метод Пауэлла. Методы с использованием производных. Метод Ньютона – Рафсона. Другие итерационные методы поиска нулей функции Метод средней точки (поиск Больцано). Метод поиска с использованием кубичной аппроксимации. Сравнение методов.	1	ОПК-9, УК-1
	Итого	1	
4 Методы поиска экстремума функции многих переменных	Классификация методов. Методы прямого поиска. Симплексный метод. Метод поиска Хука – Дживса. Метод сопряженных направлений Пауэлла. Градиентные методы и методы второго порядка. Метод наискорейшего спуска (метод Коши). Метод Ньютона. Модифицированный метод Ньютона. Метод Марквардта. Методы сопряженных градиентов. Квазиньютоновские методы (методы с переменной метрикой). Обобщенный градиентный метод. Сравнение методов.	1	ОПК-9, УК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 75293

5 Линейное программирование	Классификация методов. Разработка моделей линейного программирования. Формы записи задач линейного программирования. Основные определения ЛП. Поиск начального базиса. Метод Жордана – Гаусса. Метод искусственного базиса. Графическое решение задачи ЛП. Основы симплекс-метода. Целочисленное программирование. Графический метод решения задачи ЦП. Метод Гомори.	1	ОПК-9, УК-1
	Итого	1	
6 Транспортная задача	Классификация методов. Понятия транспортной задачи и транспортной модели. Первоначальное закрепление потребителей за поставщиками. Решение транспортной задачи симплекс-методом. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Задача о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях.	1	ОПК-9, УК-1
	Итого	1	
7 Нелинейное программирование	Классификация методов. Задачи с ограничениями в виде равенств. Метод замены переменных. Метод множителей Лагранжа. Экономическая интерпретация множителей Лагранжа. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Необходимые и достаточные условия оптимальности задач с ограничениями общего вида. Необходимые и достаточные условия оптимальности второго порядка. Методы штрафов Понятие штрафных функций. Квадратичный штраф. Логарифмический штраф. Штраф типа обратной функции. Штраф типа квадрата срезки. Выбор штрафного параметра. Обобщенный алгоритм. Методы, основанные на линеаризации Базовый метод линеаризации. Алгоритм Франка – Вульфа. Метод допустимых направлений Зойтендейка. Метод условного градиента. Метод проекции градиента: случай линейных ограничений, случай нелинейных ограничений.	1	ОПК-9, УК-1
	Итого	1	
	Итого за семестр	6	
	Итого	6	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

Согласована на портале № 75293

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-9, УК-1
2	Контрольная работа	2	ОПК-9, УК-1
	Итого за семестр	4	
	Итого	4	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Методы минимизации функции одной переменной	Безусловная оптимизация	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	
7 Нелинейное программирование	Условная оптимизация	4	ОПК-9, УК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Введение	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	1	УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	9		
2 Анализ экстремальных задач	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	16	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	20		

Согласована на портале № 75293

3 Методы минимизации функции одной переменной	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	28		
4 Методы поиска экстремума функции многих переменных	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	28		
5 Линейное программирование	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	28		
6 Транспортная задача	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 75293

7 Нелинейное программирование	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	8	ОПК-9, УК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-9, УК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа
	Итого	28		
Итого за семестр		153		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		162		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
УК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Мицель А. А. Методы оптимизации: Учебное пособие / Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 200 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67460.

7.3. Учебно-методические пособия

Согласована на портале № 75293

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мицель А. А. Методы оптимизации: Учебно-методическое пособие / Мицель А. А., Романенко В. В., Грибанова Е. Б. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 451 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

2. Мицель А. А. Численные методы. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Мицель А. А., Кориков А. М. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Мицель А.А. и др. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: электронный курс / А.А.Мицель, А.А.Шелестов, В.В.Романенко, Е.Б.Грибанова. - Томск: ТУСУР, ФДО. 2018 (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 75293

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 75293

2 Анализ экстремальных задач	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Методы минимизации функции одной переменной	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Методы поиска экстремума функции многих переменных	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Линейное программирование	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 75293

6 Транспортная задача	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Нелинейное программирование	ОПК-9, УК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Согласована на портале № 75293

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Точки, 1. в которых первая производная функция одной переменной определена и равна нулю, называются
   a) стационарными точками функции
   b) точками минимума
   c) точками максимума
   d) точками экстремума
2. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной переменной меняет знак "плюс" на знак "минус"
   a) являются точками максимума функции
   b) являются точками минимума функции
   c) не являются точками экстремума
   d) являются точками перегиба функции
3. 3. Точки, в окрестности которых первая производная функции одной переменной меняет знак "минус" на знак "плюс"
   a) являются точками минимума функции
   b) являются точками максимума функции
   c) не являются точками экстремума
   d) являются точками перегиба функции
4. Если в стационарных точках функции одной переменной вторая производная определена и положительна, то
   это
   a) точки максимума
   b) точки минимума
   c) точки перегиба
   d) точки в которой функция обращается в ноль
5. Градиентом функции нескольких переменных называется
   a) вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
   b) матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
   c) скалярное произведение вектора, компонентами которого являются частные производные этой функции, на вектор

Согласована на портале № 75293

произвольных приращений независимых переменных
d) вектор, компонентами которого являются частные производные второго порядка этой функции

6. В стационарной точке функции нескольких переменных имеет место минимум, если в этой точке
a) все угловые миноры матрицы Гессе положительны
b) все угловые миноры матрицы Гессе отрицательны
c) угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
d) все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю
7. В стационарной точке функции многих переменных имеет место максимум, если в этой точке минуса на плюс
b) все угловые миноры матрицы Гессе положительны
c) угловые миноры матрицы Гессе меняют знак с плюса на минус
d) все угловые миноры матрицы Гессе равны нулю
8. Первой вариацией функции нескольких переменных называется
a) скалярное произведение градиента функции на вектор произвольных приращений независимых переменных
b) матрица, элементами которой являются частные производные второго порядка
c) вектор, компонентами которого являются частные производные этой функции
d) вектор, компонентами которого являются частные производные второго порядка этой функции
9. Элементами матрицы Гессе являются функции нескольких переменных
a) частные производные второго порядка функции
b) частные производные первого порядка функции
c) координаты стационарных точек функции
d) координаты точек в которых функция обращается в ноль
10. Для функции $f(\vec{x}) = \frac{(x_1-3)^2}{4} + \frac{(x_2-2)^2}{9}$ в точке x= [3,2]
a) имеет место минимум
b) определитель матрицы Гессе > 0
c) значение функции в этой точке равно нулю
d) вторые смешанные производные равны нулю
11. При решении задач на условный экстремум для функций многих переменных при наличии ограничений
типа равенств методом неопределенных множителей Лагранжа, количество этих множителей
a) на единицу больше, чем количество ограничений
b) равно количеству ограничений
c) равно количеству независимых переменных
d) меньше, чем количество ограничений
12. Золотым сечением отрезка (a,b) называется деление этого отрезка некоторой точкой x так, что выполняется условие
a) (b - a) / (b - x) = (b - x) / (x - a)
b) (b - a) / (b - x) = 3/2
c) x = (b - a - delta) / 2
d) x = (b - a + delta) / 2
13. Классический метод решения задач на условный экстремум с ограничениями типа равенств заключается в том, что
a) из уравнений в системе ограничений столько переменных, сколько имеется ограничений, выражаются через
оставшиеся переменные, после чего подстановкой этих выражений в целевую функцию задача сводится к задаче на безусловный экстремум
b) для решения применяют метод неопределенных множителей Лагранжа
c) для решения применяют метод штрафных функций
d)для решения применяют метод линейного программирования

Согласована на портале № 75293

14. Достаточное условие максимума функции многих переменных формулируется следующим образом
a) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка максимума
b) если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная меньше нуля, то это точка максимума
c) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка
максимума
d) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка максимума
15. Вектор-градиент скалярной функции многих переменных указывает
a) направление наискорейшего роста функции
b) направление убывания функции
c) направление роста функции
d) направление наискорейшего убывания функции
16. Достаточное условие минимума функции многих переменных формулируется следующим образом
a) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции больше нуля, то это точка минимума
b) если в стационарной точке функции многих переменных вторая производная больше нуля, то это точка минимума
c) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции меньше нуля, то это точка
минимума
d) если в стационарной точке функции многих переменных вторая вариация функции равна нулю, то это точка
минимума
17. При решении методом неопределенных множителей Лагранжа задачи на условный экстремум

$$f(\vec{x}) = (x_1 - 1)^2 + (x_2 - 1)^2 \to extr,$$
$$при \quad x_1 + x_2 = 2$$

координаты стационарных точек можно найти из решения системы уравнений

a) $$\begin{cases} 2(x_1 - 1) + \lambda_1 = 0, \\ 2(x_2 - 1) + \lambda_1 = 0, \\ \lambda_1 (x_1 + x_2 - 2) = 0. \end{cases}$$

b) $$\begin{cases} 2(x_1 - 1) + \lambda_1 = 0, \\ 2(x_2 - 1) + \lambda_1 = 0, \\ \lambda_1 (x_1 + x_2) = 2. \end{cases}$$

Согласована на портале № 75293

c) $\begin{cases} 2(x_1-1)-\lambda_1=0, \\ 2(x_2-1)-\lambda_1=0, \\ \lambda_1\left(x_1+x_2-2\right)=0. \end{cases}$

d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа

18. Метод наискорейшего спуска решения задач на безусловный экстремум для функции f(x) заключается в построении

сходящейся к точке минимума последовательности $\vec{x}^k$ такой, что

a) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-t_k\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где t_k, $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - шаг поиска и градиент функции соответственно, причем шаг выбирается из условия минимума функции $\varphi\left(t_k\right)=f\left(\vec{x}^k-t_k\nabla f\left(\vec{x}^k\right)\right)$

b) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k-\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции

c) $\vec{x}^{k+1}=\vec{x}^k+\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$, где $\nabla f\left(\vec{x}^k\right)$ - градиент функции

d) среди предложенных вариантов нет правильного ответа

19. К методам первого порядка для минимизации функции одной переменной относятся (выберите правильный ответ)
    a) равномерного поиска
    b) золотого сечения
    c) метод дихотомии
    d) метод средней точки (поиск Больцано)
20. К методам первого порядка для минимизации функции многих переменных относятся (выберите правильный ответ)
    a) метод координатного спуска
    b) симплексный метод Нелдера-Мида
    c) метод Хука-Дживса
    d) метод наискорейшего спуска

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Экзамен выполняется в электронном виде в виде теста. Примерные вопросы представлены ниже:

1. С помощью какого метода может быть решена задача линейного программирования?
   a) симплекс-метода
   b) метода Ньютона
   c) метода Коши
   в) метода “золотого сечения”
2. Идея симплекс метода решения задачи линейного программирования состоит в:
   a)направленном переборе угловых точек допустимого множества решений с последовательным уменьшением целевой функции
   b) направленном переборе угловых точек недопустимого множества решений с

последовательным увеличением целевой функции
c) направленном переборе угловых точек, в которых целевая функция положительна, с последовательным уменьшением целевой функции
d) направленном переборе всех точек допустимого множества решений с последовательным уменьшением
целевой функции

3. Целочисленное программирование-это:
a) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых на искомые переменные накладывается условие целочисленности
b) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых на результат расчета целевой функции накладывается условие целочисленности
c) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых количество ограничений равно числу искомых переменных
d) раздел математического программирования, изучающий экстремальные задачи, в которых на искомые переменные накладывается условие неотрицательности
4. Какими методами можно найти начальное распределение при решении транспортной задачи?
a) методом северо-западного угла
b) методом наименьшей стоимости
c) методом Фогеля
d) методом Жордана-Гаусса
e) методом искусственного базиса
5. Методы штрафов могут быть использованы для решения:
a) только тех задач, в которых целевая функция линейна, а ограничения нелинейны
b) задач, в которых целевая функция и ограничения нелинейны
c) только тех задач, в которых ограничения отсутствуют
d) задач, в которых целевая функция нелинейна, а ограничения заданы в виде равенств и неравенств
6. Где расположена точка, соответствующая оптимальному решению задачи линейногопрограммирования?
a) внутри области допустимых решений (ОДР)
b) на границе ОДР
c) вне ОДР
d) в одной из вершин ОДР
7. Какое направление указывает градиент функции?
a) наискорейшего убывания функции
b) наискорейшего убывания производной функции
c) наискорейшего возрастания функции
d) наискорейшего возрастания производной функции.
8. Какой вид штрафа используется при решении многомерных нелинейных задач оптимизации с ограничениями в виде равенств?
a) логарифмический
b) бесконечный барьер
c) квадрата срезки
d) типа обратной функции
9. Каким методом можно найти начальное распределение при решении транспортной задачи?
a) венгерский алгоритм
b) метод северо-западного угла
c) метод Бройдена- Флечера-Шенно
d) метод искусственного базиса
10. С помощью какого типа оптимизации осуществляется поиск параметра длины шага в методе Коши?
a) одномерной оптимизации
b) могомерной оптимизации
c) линейного программирования
d) нелинейного программирования

Согласована на портале № 75293

11. Какой из методов оптимизации обладает лучшими характеристиками по критерию «количество вычислений значений функции, требуемых для достижения заданной точности»?
a) метод равномерного поиска
b) метод дихотомии
c) метод Фибоначчи
d) метод золотого сечения

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Контрольная работа (текстовая)

Тема - Анализ экстремальных задач

1. Привести классификацию задач оптимизации по виду ЦФ и ограничений.
Найти множество U точек глобальных минимумов функции $f(x) = \sin^2 \pi x$ на указанном интервале $x \in R^1$
2. Установить, какие из функций f(x) являются выпуклыми или вогнутыми:
   1. $f(x) = e^x$.
   2. $f(x) = e^{-x}$.
   3. $f(x) = 1/x^2$.
   4. $f(x) = x + \ln x$, $x > 0$.
   5. $f(x) = |x|$.
   6. $f(x) = e^{2k}$, где k – целое число.
   7. $f(x) = x^4 - 10x^3 + 36x^2 + 5x$, $x \in [3;5]$.
3. Является ли выпуклой функция на пространстве R2 ?

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 - \cos\left(\frac{x_1 - x_2}{2}\right)$$

Тема - Одномерный поиск

4. Из круглого бревна вырезают брус с прямоугольным сечением наибольшей площади. Найти размеры сечения бруса, если радиус сечения бревна равен 20 см.
5. Решить задачу методом равномерного поиска с точностью Eps = 0,05:

$$f(x) = 12x^2 - 6x + 2 + \frac{1}{2}e^{x/2},\ x \in [-2;2],\ N = 10.$$

Требования:
5.1 Проверить выпуклость функции f (x) на отрезке [a,b].
5.2 Найти точку минимума с указанной точностью Eps
5.3 Сопроводить решение графической интерпретацией
5.4 Оценить трудоемкость метода (количество итераций, количество вычислений функции и ее производных).

Тема - Функции многих переменных

6. Решить задачу симплексным методом с точностью Eps= 0,05

$$f(x) = 2x_1^2 + 4x_2^2 + x_1x_2,\ x^0 = [-1;-1]^T,\ \Delta^0 = 1,\ \alpha = 0,5.$$

Общие требования:
6.1 проверить выпуклость функции f (x) .
6.2 Найти точку минимума с указанной точностью Eps

Согласована на портале № 75293

6.3 Сопроводить решение графической иллюстрацией, т. е. построить линии уровня целевой функции и траекторию спуска в точку экстремума

Тема - Линейное программирование

7. Решить задачу ЛП графическим методом:

$f(x) = x_1 + 3x_2 \to \max$ при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 \le 5, \\ x_1 + 2x_2 \le 10, \\ x_2 \le 4, \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$$

8. Разработать модель линейного программирования для указанной задачи и решить ее симплекс-методом
Завод выпускает три вида узлов N1 , N2 и N3 для систем управления, используя для этого два вида технологических линеек L1 и L2 . На производство одного узла вида N1 на линейке L1 затрачивается 2 часа. На изготовление одного узла N2 на линейках L1 и L2 затрачивается, соответственно, 1 час и 2 часа. На изготовление одного узла N3 на каждой из линеек L1 и L2 затрачивается по 1 часу. Завод может использовать линейку L1 в течение 10 часов, а L2 – 8 часов. Прибыль от реализации одного изделия N1 – 5 тыс. руб., а от реализации одного изделия N2 – 4 тыс. руб.
Определить количество узлов N1 и N2, которое необходимо выпустить заводу с тем, чтобы получить максимальную прибыль.

Тема - Нелинейное программирование

9. Необходимо найти экстремум целевой функции задачи НП указанным методом и охарактеризовать его (минимум или максимум). Привести графическую иллюстрацию решения.
Метод множителей Лагранжа:

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min,$$

$$h(x) = 2x_1 + x_2 - 2 = 0.$$

10. Решить задачу НП методом линеаризации с точностью Eps = 0,01:

$$f(x) = x_1^2 + x_2^2 \to \min, \; x^0 = (2;2)^{\mathrm{T}},$$

$$g(x) = x_1^2 - x_2 \ge 0,$$

$$h(x) = 2 - x_1 - x_2^2 = 0,$$

$$1/2 \le x_1 \le 5/2, \; 0 \le x_2 \le 3.$$

Общие требования:
10.1 Найти точку минимума с указанной точностью Eps
10.2 Сопроводить решение графической интерпретацией

Контрольная работа с автоматизированной проверкой
Тема - Одномерный поиск

11. . Выберите метод нулевого порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции одной переменной f(x)→ min
а) метод Ньютона

Согласована на портале № 75293

b) метод средней точки
c) метод золотого сечения
d) градиентный метод

12. Выберите метод первого порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции одной переменной f(x)→ min
a) метод золотого сечения
b) метод Фибоначчи
c) метод Ньютона
d) градиентный метод

13. Выберите метод второго порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции одной переменной f(x)→ min
a) метод Ньютона
b) метод Фибоначчи
c) метод золотого сечения
d) градиентный метод

Тема - Оптимизация функции многих переменных

14. Выберите метод нулевого порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции нескольких переменной f(X)→ min
a) градиентный метод
b) метод наискорейшего спуска
c) симплекс метод Нелдера-Мида
d) метод Ньютона

15. Выберите метод первого порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции одной переменной f(x)→ min
a) градиентный метод
b) покоординатного спуска
c) симплекс метод Нелдера-Мида
d) метод Хука-Дживса

16. Выберите метод второго порядка для решения задачи безусловной оптимизации функции одной переменной f(x)→ min
a) метод Ньютона
b) градиентный метод
c) покоординатного спуска
d) метод Хука-Дживса

Тема - Линейное программирование

17. Решите задачу линейного программирования графическим методом.

$$f(x_1, x_2) = 2x_1 + 3x_2 \to \max$$
$$x_1 - 5 \le 0;$$
$$x_2 - 3 \le 0;$$
$$x1, x2 > 0.$$

в ответе укажите значение ЦФ в оптимальной точке
a) 15
b) 19
c) 20
d) 10

Тема - Транспортная задача

18. Как называется транспортная модель, для которой выполняется условие

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j?$$

a) стандартная
b) сбалансированная
c) закрытая
d) открытая

Тема - Нелинейное программирование

19. Какой метод применяется для того, чтобы решить задачу оптимизации с ограничениями типа равенств
    a) метод множителей Лагранжа
    b) табличный симплекс метод
    c) градиентный метод
    d) метод исключения переменных
20. Какой метод оптимизации позволяет решать задачи многокритериальной оптимизации ?
    a) симплексный метод Нелдера-Мида
    b) методы на базе генетического алгоритма
    c) метод наискорейшего спуска
    d) метод BFGS (Бройдена — Флетчера — Гольдфарба — Шанно)

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Безусловная оптимизация
2. Условная оптимизация

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 75293

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 75293

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 7 от «28» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Заведующий обеспечивающей каф. КСУП	Ю.А. Шурыгин	Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5
Доцент, каф. КСУП	Н.Ю. Хабибулина	Согласовано, 127794aa-ac54-4444-9122-130bd40d9285

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. КСУП	М.В. Черкашин	Разработано, f6a9f90a-ccca-411f-a4cd-bc6a4d4c3de9

Согласована на портале № 75293