

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пономарев Александр Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.04.2023 15:05:44  
Уникальный программный ключ:  
b4d9d809cd665c8cfd4389f1f19bb59ee6a0c0f9

**Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Институт социальных и гуманитарных знаний»  
ЧОУ ВО «ИСГЗ»**


Утверждаю  
Первый проректор Димитриева Н.Т.





Рекомендовано УМС  председатель Романчук Е.С.

Одобрено решением кафедры Прикладной информатики и математики

Протокол № 10 от 27 мая 2019 г.

Зав. кафедрой  / Зуев В.И. / к.ф.м.н., доцент

Разработчик  / Порсев А.А. / к.т.н., доцент

Декан  / Журавлёва Т.Б./

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ОД.6 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ  
ОПТИМИЗАЦИИ**

Общий объем дисциплины по учебному плану 9 (з.е.) 324 (академ. часа)

по направлению подготовки  
**09.03.03 Прикладная информатика**  
профиль Прикладная информатика в экономике

ФГОС ВО утвержден приказом МО и Н РФ от 12 марта 2015 г. № 207

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр  
Нормативный срок освоения программы – 4 года  
Форма обучения - очная, заочная

## 1. Цели и задачи дисциплины

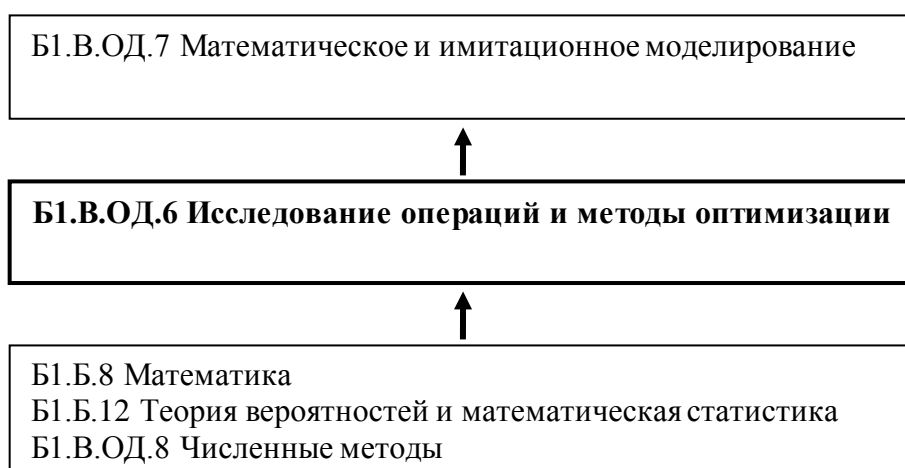
**Цель курса:** изучить теоретические основы экономико-математического моделирования, способы решения задач методами математического программирования и применения на практике алгоритмов расчета оптимизационных задач с использованием ЭВМ.

### Задачи курса:

- обучить студентов основным методам решения задач исследования операций;
- привить студентам устойчивые навыки математического моделирования с использованием ЭВМ;
- дать опыт проведения вычислительных экспериментов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» входит в вариативную часть образовательной программы.



## 3. Планируемые результаты освоения дисциплины:

*Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:*

- способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования (ОПК-2);
- способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач (ПК-23);

### В результате изучения курса студент должен:

#### **Знать:**

- теорию основных разделов математического программирования;
- классификацию задач исследования операций и виды экономико-математических моделей;
- основные методы решения оптимизационных задач;
- анализ оптимального решения на чувствительность при изменении параметров модели.

#### **Уметь:**

- использовать основные понятия и методы исследования операций;
- практически решать типичные задачи исследования операций;
- решать достаточно сложные в вычислительном отношении задачи, требующих их численной реализации на ЭВМ;
- иметь навыки в постановке и реализации задач исследования операций,

**Владеть:**

- методами и технологиями разработки оптимизационных моделей и методов для задач из указанных разделов.

**4. Содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 (zet) 324 (академ. часа), в т.ч.:

- для очной формы обучения на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия) выделено 102 академ. час, а на самостоятельную работу студентов – 168 академ. часов, форма промежуточного контроля – зачёт, экзамен;
- для заочной формы обучения на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия) выделено 34 академ. часа, а на самостоятельную работу студентов – 277 академ. часа, форма промежуточного контроля – зачёт, экзамен.

**Распределение часов курса по разделам, темам и видам работ****для очной формы обучения****семестр 1**

Наименование тем/разделов, коды компетенций подготовки бакалавра, приобретаемых в соответствующих темах	ВСЕГО по теме (ак.ч.)	Аудиторные занятия 30 академ. час				СРС 6 академ. часов		
		Всего	Лек.	Практ./ Сем.	КСР	Всего	Тестиров	Сам. изуч. литерат
Тема 1. Основные понятия исследования операций. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	5	4	2	2		1		1
Тема 2. Основы линейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	7	6	2	4		1		1
Тема 3. Прикладные оптимизационные методы решения задач линейного программирования Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	9	8	4	4		1		1
Тема 4. Теория двойственности. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	7	6	2	4		1		1
Тема 5. Анализ оптимального решения задач математического программирования на чувствительность. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	8	6	2	4		2		2
Рубежный контроль	Зачёт							
<b>ВСЕГО за семестр</b>	36	30	12	18	0	6	0	6

**семестр 2**

Наименование тем/разделов, коды компетенций подготовки бакалавра, приобретаемых в соответствующих темах	ВСЕГО по теме (ак.ч.)	Аудиторные занятия 72 академ. час				СРС 162 академ. часов		
		Всего	Лек.	Практ./ Сем.	КСР	Всего	Тестиров	Сам. изуч. литерат
Тема 6. Специальные задачи математического программирования. Код	24	6	2	4		18	2	16

компетенции: ОПК-2, ПК-23								
Тема 7. Прикладные оптимизационные методы решения задач нелинейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	10	4	6		18	2	16
Тема 8. Общая характеристика методов оптимизации . Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	24	6	2	4		18	2	16
Тема 9. Математические модели и методы выпуклого нелинейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	26	8	4	4		18	2	16
Тема 10. Численные оптимизационные одномерные методы . Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	10	4	6		18	2	16
Тема 11. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы нулевого порядка. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	24	6	2	4		18	2	16
Тема 12. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы первого и второго порядка. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	26	8	2	6		18	2	16
Тема 13. Многомерная условная численная оптимизация Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	44	8	4	4	18	18	2	16
Тема 14. Численные оптимизационные методы случайного поиска и переменной метрики Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	10	4	6		18		18
Рубежный контроль	Экзамен – 36							
<b>ВСЕГО за семестр</b>	288	72	28	44	18	162	16	146
<b>ВСЕГО по курсу</b>	324	102	40	62	18	168	16	152

**для заочной формы обучения  
семестр 1**

Наименование тем/разделов, коды компетенций подготовки бакалавра, приобретаемых в соответствующих темах	ВСЕГО по теме (ак.ч.)	Аудиторные занятия 8 акад. час				СРС 60 акад. часов		
		Всего	Лек.	Практ./ Сем.	КСР	Всего	Тестиров	Сам. изуч. литераг
Тема 1. Основные понятия исследования операций. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	16	4	2	2		12		12
Тема 2. Основы линейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	12	0				12		12
Тема 3 . Прикладные оптимизационные методы решения задач линейного программирования	14	2		2		12		12

Код компетенции: ОПК-2, ПК-23								
Тема 4. Теория двойственности. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23.	12	0				12		12
Тема 5. Анализ оптимального решения задач математического программирования на чувствительность. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	14	2		2		12		12
Рубежный контроль	Зачёт – 4							
<b>ВСЕГО за семестр</b>	72	8	2	6	0	60	0	60

### семестр 2

Наименование тем/разделов, коды компетенций подготовки бакалавра, приобретаемых в соответствующих темах	ВСЕГО по теме (ак.ч.)	Аудиторные занятия 10 академических часов				СРС 217 академических часов		
		Всего	Лек.	Практ./Сем.	КСР	Всего	Тестиров	Сам. изуч. литерат
Тема 6. Специальные задачи математического программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	4	2	2		24		24
Тема 7. Прикладные оптимизационные методы решения задач нелинейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	26	2		2		24		24
Тема 8. Общая характеристика методов оптимизации. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	4	2	2		24		24
Тема 9. Математические модели и методы выпуклого нелинейного программирования. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	24	0				24		24
Тема 10. Численные оптимизационные одномерные методы. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	4	2	2		24		24
Тема 11. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы нулевого порядка. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	26	2		2		24		24
Тема 12. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы первого и второго порядка. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	28	4	2	2		24		24
Тема 13. Многомерная условная численная оптимизация. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	26	2		2		24		24
Тема 14. Численные оптимизационные методы случайного поиска и переменной метрики. Код компетенции: ОПК-2, ПК-23	29	4	2	2		25		25
Рубежный контроль	Экзамен – 9							
<b>ВСЕГО за семестр</b>	252	26	10	16	0	217	0	217
<b>ВСЕГО по курсу</b>	318	34	12	22	0	277	0	277

#### 4.1 Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела
1.	Основные понятия исследования операций.	Этапы экономико-математического моделирования. Обзор научных работ (научные школы, организации, направления деятельности и достижения). Общая постановка задачи исследования операций. Целевая функция. Оптимальное решение (оптимальный план). Классификация задач исследования операций. Примеры постановок задач математического программирования. Общая характеристика методов оптимизации. Аналитическое исследование оптимизационных задач классическими методами. Исследование нелинейных задач численными методами. Экспериментальные методы исследования на ЭВМ. Специализированные математические пакеты.
2.	Основы линейного программирования.	Классификация линейных задач по системе ограничений (общая, стандартная, основная (каноническая)). Формы записи линейных задач. Свойства решений задач линейного программирования. Графический метод решения стандартных задач. Построение области решений, градиента и линии уровня целевой функции. Исследование на совместность систем ограничений основных задач. Нахождение базисных решений для задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация решения основных линейных задач на плоскости.
3.	Прикладные оптимизационные методы решения задач линейного программирования	Симплекс-метод решения задач линейного программирования и его модификации. Критерии оптимальности решения. Аналитический симплекс метод. Табличная организация вычислительного процесса по схеме Жордана-Гаусса. Построение симплекс-таблиц. Особые случаи симплекс метода. Метод искусственного базиса.
4.	Теория двойственности.	Двойственность в линейном программировании. Модели взаимно двойственных задач (симметричные, несимметричные двойственные модели, общий случай). Экономическая интерпретация двойственных задач на примере задачи об использовании ресурсов предприятия. Теоремы двойственности.
5.	Анализ оптимального решения задач математического программирования на чувствительность.	Понятие чувствительности (устойчивости) оптимального решения. Способы исследования на устойчивость. Геометрическая интерпретация анализа на чувствительность. Исследование на устойчивость оптимального решения задач на ЭВМ.
6.	Специальные задачи математического программирования.	Постановка и математические модели задач целочисленного программирования (ЦП). Экономические задачи ЦП и основные методы решения. Статические задачи распределительного типа. Частный случай – транспортные задачи (ТЗ), задачи управления запасами. Методы решения ТЗ: метод северо-западного угла, метод потенциалов и др.
7.	Прикладные оптимизационные методы решения	Общая постановка задачи нелинейного программирования. Особенности решения задач нелинейного программирования. Графический метод решения нелинейных задач. Классические

	задач нелинейного программирования.	методы решения на основе дифференциального исчисления. Понятие о необходимых и достаточных условиях экстремума. Метод множителей Лагранжа. Геометрическая интерпретация решения нелинейных задач. Примеры постановок и решение экономических нелинейных задач классическими методами условной и безусловной оптимизации.
8.	Общая характеристика методов оптимизации.	Аналитическое исследование оптимизационных задач классическими методами. Исследование нелинейных задач численными методами. Классификация численных методов по размерности, порядку, ограничениям задачи. Экспериментальные методы исследования на ЭВМ. Специализированные математические пакеты.
9.	Математические модели и методы выпуклого нелинейного программирования.	Понятие выпуклых областей, выпуклых и вогнутых функций. Геометрическая интерпретация. Аналитические и алгебраические свойства выпуклых (вогнутых) функций. Теорема Куна-Таккера для задач выпуклого нелинейного программирования. Понятие двойственности для задач нелинейного программирования. Квадратичное программирование.
10.	Численные оптимизационные одномерные методы.	Численные оптимизационные одномерные методы 0-, 1-, 2-го порядка: метод дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, метод квадратичной интерполяции Пауэлла, Ньютона и др. Условия сходимости. Теорема (о локализации точек экстремума унимодальной функции).
11.	Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы нулевого порядка.	Многомерная безградиентная оптимизация (концепция методов). Метод покоординатного спуска (Гаусса-Зейделя), метод Розенброка, метод деформируемого многогранника (Нелдера-Мила), метод вращающихся координат, метод Хука-Дживса (метод конфигураций, метод пробных шагов), и др.
12.	Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы первого и второго порядка.	Многомерная безусловная градиентная оптимизация: метод наискорейшего спуска, метод сопряженных направлений (градиентов) и др. Численные оптимизационные методы 2-го порядка: метод Ньютона и его модификации. Условия сходимости и геометрическая интерпретация.
13.	Многомерная условная численная оптимизация	Метод проектирования для линейных областей. Понятие сепарабельной функции. Приближенное решение задачи выпуклого программирования (ЗВП) методом кусочно-линейной аппроксимации. Метод проекции градиента. Методы внешних и внутренних штрафных функций.
14.	Численные оптимизационные методы случайного поиска и переменной метрики	Численные оптимизационные методы переменной метрики: метод Бройдена, метод Флетчера, метод Пирсона и др. Условия сходимости. Численные оптимизационные методы случайного поиска: случайный поиск, блуждающий поиск, метод случайных направлений.

## 5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

## 6. Практические занятия (семинары)

№ раздела дисциплины	Наименование работ	Трудоемкость (час.)	
		очная форма	заочная форма
1	Семинар: Основные понятия исследования операций.	2	2
2	Семинар: Основы линейного программирования.	4	
3	Семинар: Прикладные оптимизационные методы решения задач линейного программирования	4	2
4	Семинар: Теория двойственности.	4	
5	Семинар: Анализ оптимального решения задач математического программирования на чувствительность.	4	2
6	Семинар: Специальные задачи математического программирования.	4	2
7	Семинар: Прикладные оптимизационные методы решения задач нелинейного программирования.	6	2
8	Семинар: Общая характеристика методов оптимизации.	4	2
9	Семинар: Математические модели и методы выпуклого нелинейного программирования.	4	
10	Семинар: Численные оптимизационные одномерные методы .	6	2
11	Семинар: Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы нулевого порядка.	4	2
12	Семинар: Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы первого и второго порядка.	6	2
13	Семинар: Многомерная условная численная оптимизация.	4	2
14	Семинар: Численные оптимизационные методы случайного поиска и переменной метрики	6	2

## 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

Список литературы для самостоятельного изучения приведен в разделе 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### Методические пособия:

1. Абросимов А.Г. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика». Методическое пособие / Абросимов А.Г., Порсев А.А., Зуев В.И. – Казань: 2017. [Электронный ресурс]. – URL: <http://isgz.ru/sveden/education/#docs>

## 8. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Основные понятия исследования операций.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – зачёт
2	Тема 2. Основы линейного программирования.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – зачёт
3	Тема 3 . Прикладные оптимизационные методы решения задач	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – зачёт



	линейного программирования		
4	Тема 4. Теория двойственности.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – зачёт
5	Тема 5. Анализ оптимального решения задач математического программирования на чувствительность.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
6	Тема 6. Специальные задачи математического программирования.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
7	Тема 7. Прикладные оптимизационные методы решения задач нелинейного программирования.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
8	Тема 8. Общая характеристика методов оптимизации.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
9	Тема 9. Математические модели и методы выпуклого нелинейного программирования.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
10	Тема 10. Численные оптимизационные одномерные методы .	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
11	Тема 11. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы нулевого порядка.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
12	Тема 12. Многомерная безусловная численная оптимизация. Методы первого и второго порядка.	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
13	Тема 13. Многомерная условная численная оптимизация	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен
14	Тема 14. Численные оптимизационные методы случайного поиска и переменной метрики	ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль – экзамен

## 9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

### Основная литература:

1. Горелик, В.А. Исследование операций и методы оптимизации: учебник/В.А. Горелик. – М.: Академия, 2013. – 272 с.
2. Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02736-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=45264>
3. Количественные методы в экономических исследованиях : учебник / Ю.Н. Черемных, А.А. Любкин, Я.А. Рощина и др. ; под ред. Л.В. Тумановой, М.В. Грачевой, Ю.Н. Черемных. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 687 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-02331-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=119441>
4. Балдин, К.В. Математическое программирование : учебник / К.В. Балдин, Н. Брызгалов, А.В. Рукосуев ; под общ. ред. К.В. Балдина. - 2-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 218 с. : ил. - Библиогр.: с. 199-202. - ISBN 978-5-394-01457-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453243>

5. Ловянников, Д.Г. Исследование операций : учебное пособие / Д.Г. Ловянников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2017. - 110 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467012>
6. Пакулин, В.Н. Решение задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010 / В.Н. Пакулин. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 92 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428815>

#### **Дополнительная литература:**

7. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учеб.пособие/Е.С. Вентцель. – 5-е изд, стер. – М.: КНОРУС, 2010. – 192 с.
8. Семенихина, О.Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике : учебное пособие / О.Н. Семенихина, И.Н. Мастяева. - М. : Евразийский открытый институт, 2011. - 422 с. - ISBN 978-5-374-00410-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90388>
9. Крутиков, В.Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В.Н. Крутиков. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-8353-1132-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682>

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Донкова И.А. Исследование операций (2014), режим доступа: <http://study.kib.ru/> по паролю.
2. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ <http://num-anal.srcc.msu.ru/>

#### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебные аудитории, оснащённые мультимедийным оборудованием.

#### **12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Перед началом изучения дисциплины студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине и самостоятельной работе, имеющимся на образовательном портале института ([www.isgz.ru](http://www.isgz.ru)).

Студенты осваивают знания по данной дисциплине на лекциях, практических (семинарских) занятиях и во время самостоятельной подготовки.

На лекциях обучающиеся получают основы теоретических знаний курса. Чтобы данный метод обучения был эффективным, рекомендуется:

- посещать все лекционные и практические занятия, поскольку весь тематический материал взаимосвязан между собой и теоретического овладения пропущенного недостаточно для качественного усвоения знаний по дисциплине;
- конспектировать все рассматриваемые на лекциях и практических занятиях вопросы, обратив особое внимание на его основные положения и понятия, выводы;
- перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции;
- выполнять все домашние задания, получаемые на лекциях или практических занятиях;
- обозначить, что в предложенном материале не совсем понятно и вызывает вопросы, чтобы найти ответ в рекомендуемой литературе или обратиться к преподавателю во время консультации или занятия;
- проявлять активность на интерактивных лекциях и семинарских занятиях, а также при подготовке к ним. Необходимо помнить, что конечный результат овладения содержанием дисциплины необходим, в первую очередь, самому студенту;

- в случаях пропуска занятий по каким-либо причинам, необходимо обязательно самостоятельно изучать соответствующий материал.

Практические занятия призваны закрепить и углубить теоретический материал, отработать навыки решения задач и системного анализа ситуаций. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется:

- определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить;
- изучить лекционные материалы и познакомиться с рекомендуемой преподавателем литературой;
- рассмотреть различные точки зрения по изучаемой теме, используя все доступные источники информации;
- выделить проблемные области и неоднозначные подходы к решению поставленных вопросов;
- сформулировать собственную точку зрения;
- письменно выполнить практическое задание.

Самостоятельная работа обучающихся регламентируется «Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов» (утверждено ректором ЧОУ ВО «ИСГЗ»).

Целью самостоятельной работы студентов является:

- закрепление, расширение и углубление теоретических знаний, полученных студентами на аудиторных занятиях;
- формирование умений и навыков эффективной самостоятельной профессиональной деятельности;
- приобретение опыта творческой, исследовательской деятельности;
- воспитание у студентов самостоятельности, организованности, творческой активности, потребности развития познавательных способностей.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- проработку лекционного материала;
- изучение программного материала, не изложенного на лекциях;
- подготовку к семинарам, практическим занятиям;
- подготовку докладов, статей, эссе;
- выполнение учебных заданий кафедр (графические работы, рефераты);
- выполнение курсовых работ и проектов;
- и др.

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Более подробно организация самостоятельной работы студентов прописана в Методических рекомендациях по организации самостоятельной работы студентов и в методических рекомендациях по изучению конкретной дисциплины (представлены на образовательном портале института [www.isgz.ru](http://www.isgz.ru)).

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Общий объем дисциплины по учебному плану 9 (zet) 324 (часов)

по направлению подготовки  
**09.03.03 Прикладная информатика**  
направленность Прикладная информатика в экономике

ФГОС ВО утвержден приказом МО и Н РФ от 12 марта 2015 г. № 207

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр  
Нормативный срок освоения программы – 4 года  
Форма обучения – очная, заочная

## 1. Структура оценки показателей и критериев уровней сформированности компетенций по дисциплине. Шкала оценивания

### Семестр 1

Компетенции	Форма контроля	Форма компетентно-ориентированного задания	Показатели и критерии оценивания	Шкала оценивания (баллы)
ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль (40 баллов)	Зачет	Показывает хорошие знания изученного учебного материала, самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса. Полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса. Владеет основными терминами и понятиями изученного курса. Показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт	40
ИТОГО по результатам освоения дисциплины (за один семестр)				100

### Семестр 2

Компетенции	Форма контроля	Форма компетентно-ориентированного задания	Показатели и критерии оценивания	Шкала оценивания (баллы)
ОПК-2, ПК-23	Текущий контроль (60 баллов)	Контрольная работа	Тест – 10 вопросов. Правильный ответ на 1 вопрос равен 6 баллам.	60
ОПК-2, ПК-23	Промежуточный контроль (40 баллов)	Экзамен	Показывает хорошие знания изученного учебного материала, самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса. Полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса. Владеет основными терминами и понятиями изученного курса. Показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт	40
ИТОГО по результатам освоения дисциплины (за один семестр)				100

### 3. Оценочные средства текущего контроля (60 баллов)

**Контрольно-измерительные материалы**, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и приобретенного опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины.

## Контрольная работа

В течение курса предусмотрено проведение двух контрольных работ (в каждом семестре) в виде решения тестовых заданий. На подготовку к контрольной работе отводится по одному часу на каждую тему. Тестовое задание на каждую контрольную работу формируется преподавателем и состоит из двух вариантов по 10 вопросов в каждом варианте.

В современном образовании тестирование используется в качестве наиболее эффективной формы контроля и самоконтроля полученных знаний по соответствующим темам учебного курса. Тестирование способствует формированию профессионального мышления, повышению понятийной культуры, развитию когнитивных способностей специалистов. Предлагаемые задания предназначены для усвоения основных положений курса, для закрепления знаний, полученных в процессе лекционного курса и самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой.

В условиях заочной формы получения высшего образования, тестирование оказывает существенную помощь преподавателю для организации итогового контроля знаний студентов. Тестирование позволяет реально оценить знания по курсу и выявить имеющиеся пробелы в усвоении учебного материала.

Тестирование имеет ряд несомненных достоинств. Во-первых, данная форма контроля, как правило, дает достаточно надежный результат, поскольку опрос проводится по большому числу вопросов и «элемент угадывания» не имеет существенного значения. Во-вторых, все тестируемые находятся в равных условиях, а механизм проверки заданий практически исключает «предвзятость» проверяющего. Все это делает данную форму контроля убедительной не только для преподавателя, но и для самих студентов.

Результаты тестирования разбираются на практическом занятии, проводится анализ ошибок, обсуждение итогов в форме дискуссии.

При выполнении тестов необходимо обратиться к учебникам и учебным пособиям, имеющимся в библиотеке учебного заведения.

### Пояснительная записка по методике оценивания контрольной работы:

Показатели и критерии оценивания контрольной работы	Шкала оценивания контрольной работы
10 вопросов 1 правильный ответ равен 6 баллам	60 баллов

### Контрольная работа. Примерный тест:

- Для решения системы нормальных уравнений применяется метод
  - Балансовый
  - Ветвей и границ
  - Симплексный
  - Гаусса
- Модель является адекватной, если она
  - удобна для исследования
  - соответствует реальному процессу по свойствам, которые считаются существенными для исследования
  - применяется на практике
  - имеет оптимальное решение
- К детерминированным моделям не относится модель
  - линейного программирования
  - графическая
  - балансовая

- д) стохастического программирования
4. Целевая функция вида:  $P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_nx_n \rightarrow \max$  применяется в модели
- балансовой
  - нелинейного программирования
  - линейного программирования
  - теории массового обслуживания
5. Графическим методом может быть решена модель
- динамическая
  - балансовая
  - линейного программирования
  - стохастического программирования
6. Линейная однофакторная модель содержит число коэффициентов, равное
- 3
  - 4
  - 2
  - 1
7. Если оптимальное значение целевой функции достигается во всех точках отрезка, соединяющего две вершины многогранника, то задача линейного программирования
- имеет единственное решение
  - не имеет решения
  - имеет два решения
  - имеет бесчисленное множество решений
8. При переходе к следующей симплексной таблице новую строку, на которой достигается минимум, получаем из старой
- умножением на разрешающий элемент
  - делением на разрешающий элемент с противоположным знаком
  - умножением на разрешающий элемент с противоположным знаком
  - делением на разрешающий элемент
9. Если решение задачи линейного программирования единственно, то оно находится
- в одной из угловых точек многогранника решений
  - внутри многогранника
  - на ребре многогранника
  - вне пределов многогранника
10. Если прямая задача имеет вид:
- $$F = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \min,$$
- $$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 8,$$
- $$2x_1 + x_2 + x_3 \geq 4,$$
- $$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0,$$
- то целевая функция двойственной задачи имеет вид
- $8y_1 + 4y_2 \rightarrow \max$
  - $2y_1 + y_2 + y_3 \rightarrow \min$
  - $4y_1 + 8y_2 \rightarrow \max$
  - $2y_1 + 2y_2 + 3y_3 \rightarrow \min$
11. Критерием оптимальности распределения в транспортной задаче служит условие
- отрицательности оценок свободных клеток
  - отрицательности оценок занятых клеток
  - неотрицательности оценок занятых клеток
  - неотрицательности оценок свободных клеток
12. Транспортная задача является задачей программирования
- параметрического

- В) линейного  
 С) стохастического  
 D) динамического
13. Задача оптимизации интерпретируется как процесс управления  
 А) непрерывный  
 В) случайный  
 С) 1-шаговый  
 D) n-шаговый
14. Первым в нашей стране задачами линейного программирования начал заниматься  
 А) Н.П. Бусленко  
 В) Н.Н. Воробьев  
 С) Л.В. Канторович  
 D) Е.С. Вентцель

15. Система ограничений для потребителей в транспортной задаче имеет вид

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} < N_j, j = 1, 2, \dots, n$$

А)  $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij}$

В)  $\sum_{i=1}^m x_{ij} > N_j, j = 1, 2, \dots, n$

С)  $\sum_{i=1}^m x_{ij} = N_j, j = 1, 2, \dots, n$

D)  $\sum_{i=1}^m x_{ij} < N_j, j = 1, 2, \dots, n$

16. Пусть в задаче распределения средств между предприятиями  $x_k$  – средства, выделенные k-му предприятию;  $s_k$  – количество средств, которые остается распределить между оставшимися  $n - k$  предприятиями. Тогда уравнения состояний имеют вид

А)  $s_k = s_{k-1} - x_k, k = 1, 2, 3, n$

В)  $s_k = s_{k+1} - x_k, k = 1, 2, 3, n$

С)  $s_k = s_{k-1} - x_{k-1}, k = 1, 2, 3, n$

D)  $s_k = s_{k-1} + x_k, k = 1, 2, 3, n$

17. Заключительный элемент, который необходимо освоить для реализации симплексного метода – это

- А) вычисление значения целевой функции  
 В) правило перехода к лучшему (точнее, не худшему) решению  
 С) построение линии уровня  
 D) критерий проверки оптимальности найденного решения

18. Если прямая задача имеет вид

$$F = 2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \min$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 8$$

$$2x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 4$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0,$$

Вектор свободных членов двойственной задачи имеет вид

А) (8; 4; 8)

В) (2; 1; 1)

С) (2; 1; 3)

D) (1; 1; 2)

19. Задача линейного программирования называется канонической, если система ограничений состоит из одних



- А) уравнений  
 В) неравенств типа J  
 С) неравенств типа i  
 D) уравнений и неравенств
20. Заключительным этапом построения оптимизационной модели является  
 А) построение математической модели  
 В) анализ численных результатов и их применение  
 С) численное решение  
 D) математический анализ модели
21. Если исходная задача формулируется как задача на максимум, то двойственная задача формулируется как задача на  
 А) максимин  
 В) максимум  
 С) минимум  
 D) минимакс
22. Область допустимых решений задачи линейного программирования – это  
 А) многогранник  
 В) фигура, имеющая форму звезды  
 С) шар  
 D) выпуклый многогранник
23. Целевая функция в динамическом программировании определяется как  
 А)  $Z = \sum_{k=1}^n f_k(s_{k-1}, x_k)$   
 В)  $Z = \sum_{k=1}^n f_k(s_{k-1}, X_{k-1})$   
 С)  $Z = \sum_{k=1}^n f_k(s_{k-1}, X_{k+1})$
24. Задача составления рациона является задачей \_\_\_\_\_ программирования  
 А) линейного  
 В) эвристического  
 С) нелинейного  
 D) стохастического
- $Z = \sum_{k=1}^n f_k(s_k, X_k)$
25. Целевая функция равна  
 А) произведению целевых функций каждого шага  
 В) минимуму целевых функций каждого шага  
 С) максимуму целевых функций каждого шага  
 D) сумме целевых функций каждого шага
26. Критерий целевой функции зависит от факторов  
 А) переменных  
 В) постоянных  
 С) внешних  
 D) постоянных и переменных
27. Если критерий эффективности задается нелинейной функцией, а система ограничений линейной, то это задача \_\_\_\_\_ программирования  
 А) нелинейного  
 В) линейного  
 С) динамического  
 D) целочисленного
28. Если точный оптимум найти алгоритмическим путем невозможно, то прибегают к

методам программирования

- А) динамического
- В) параметрического
- С) эвристического
- Д) линейного

29. При определенном наборе операций (работ), которые необходимо выполнить при ограниченных наличных ресурсах, возникают задачи

- А) ремонта и замены оборудования
- В) распределения ресурсов
- С) планировки и размещения
- Д) управления запасами

30. Функция  $Z_n^*(s_{n-1}) = \max f_n(s_{n-1}, x_n)$  является

- А) абсолютным максимумом целевой функции на  $(n - 1)$ -м шаге
- В) абсолютным максимумом целевой функции на  $n$ -м шаге
- С) условным максимумом целевой функции на  $n$ -м шаге
- Д) условным максимумом целевой функции на  $(n - 1)$ -м шаге

31. Целевая функция транспортной задачи имеет вид

А)  $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{ij} \rightarrow \max$

В)  $F = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$

С)  $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{ij} \rightarrow \min$

Д)  $F = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max$

32. Если множество точек вместе с любыми двумя своими точками содержит весь отрезок, соединяющий эти точки, то оно называется

- А) замкнутым
- В) неограниченным
- С) выпуклым
- Д) ограниченным

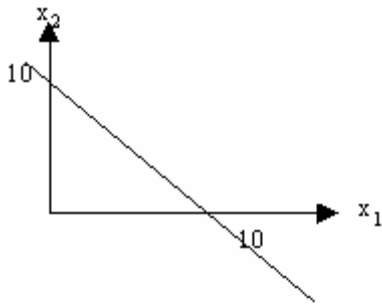
33. При решении транспортной задачи методом «северо-запад-ного угла» в первую очередь заполняется клетка, стоящая в углу

- А) левом нижнем
- В) правом нижнем
- С) правом верхнем
- Д) левом верхнем

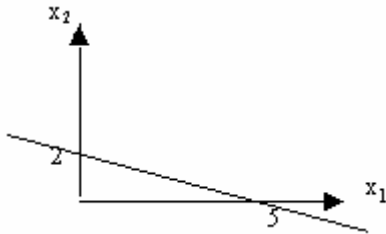
34. На каждом шаге управления состояние  $S_k$  зависит от числа параметров

- А) конечного
- В) бесконечного
- С) равного одному (предыдущего)
- Д) равного двум (предыдущего и последующего)

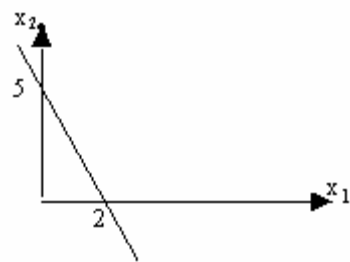
35. Для функции  $f(x) = 2x_1 + 5x_2$  линия уровня  $f(x) = 10$  имеет вид:



A)



B)



C)

+

36. Первым этапом построения оптимизационной модели является

- A) численное решение
- B) математический анализ модели
- C) постановка экономической проблемы и ее качественный анализ
- D) анализ численных результатов и их применение

37. Наиболее применяемым методом при решении транспортной задачи является метод

- A) Потенциалов
- B) Симплексный
- C) Жордана-Гаусса
- D) Ветвей и границ

38. В задаче о распределении средств между предприятиями применяются методы программирования

- A) стохастического
- B) эвристического
- C) динамического
- D) линейного

39. Система ограничений для поставщиков в транспортной задаче имеет вид

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} x_{ij} < M_i, i = 1, 2, \dots, m$$

A)  $\sum_{j=1}^n x_{ij} = M_i, i = 1, 2, \dots, m$

B)  $\sum_{i=1}^m x_{ij} > M_j, i = 1, 2, \dots, m$

C)  $\sum_{i=1}^m x_{ij} < N_i, j = 1, 2, \dots, n$

D)  $i=1$

40. Для целевой функции  $f(x) = 2x_1 + 5x_2$  ее значение при  $x_1 = 3, x_2 = 2$  равно

- A) 16

- в) 19  
 с) 12  
 д) 60
41. В левом столбце симплексной таблицы записываются  
 а) коэффициенты целевой функции  
 в) свободные члены  
 с) все переменные  
 д) базисные переменные
42. На каждом шаге управление  $X_k$  зависит от управляющих переменных  
 а) конечного числа  
 в) на первом шаге  
 с) бесконечного числа  
 д) на последнем шаге
43. Задачи составления расписания (календарного планирования) состоят в определении  
 а) набора операций (работ), которые необходимо выполнять при ограниченных наличных ресурсах  
 в) наиболее экономичных маршрутов  
 с) соотношения между сроками окончания крупного комплекса операций (работ) и моментами начала всех операций комплекса  
 д) оптимальной очередности выполнения операций (например, обработки деталей) на различных видах оборудования
44. Если система ограничений содержит противоречивые неравенства, то задача линейного программирования  
 а) имеет единственное решение  
 в) не имеет решения  
 с) имеет бесконечное множество решений  
 д) случайна
45. Геометрический смысл симплексного метода при решении задачи на максимум состоит в последовательном переходе от одной вершины многогранника ограничений к  
 а) любой другой, в которой линейная функция принимает меньшее значение  
 в) соседней, в которой линейная функция принимает меньшее значение  
 с) соседней, в которой линейная функция принимает большее значение  
 д) любой другой, в которой линейная функция принимает большее значение
46. Симплекс-метод впервые был предложен  
 а) Р. Беллманом  
 в) Л.В. Канторовичем  
 с) Дж. Данцигом  
 д) Т. Саати
47. Для функции  $f(x) = 4x_1 + 2x_2 + 8x_3$  линия уровня  $f(x) = 32$  – это:  
 а) сфера в трехмерном пространстве  
 в) плоскость в трехмерном пространстве  
 с) окружность на плоскости  
 д) прямая на плоскости
48. В задаче динамического программирования  $x_k$  обозначает  
 а) управление на k-м шаге  
 в) управление на (k+1)-м шаге  
 с) состояние системы после (k+1)-го шага управления  
 д) состояние системы после k-го шага управления
49. В задаче о распределении средств между предприятиями  
 а) ограничения линейные и переменные дробные  
 в) ограничения нелинейные и переменные дробные  
 с) ограничения линейные и переменные целочисленные

Д) ограничения нелинейные и переменные целочисленные  
 50. В задаче о распределении средств между предприятиями требуется определить, какое количество средств нужно выделить каждому предприятию, чтобы

- а) суммарная прибыль была наибольшей
- в) расход ресурсов был наименьший
- с) были задействованы все ресурсы
- д) суммарная прибыль была наибольшей, а расход ресурсов – наименьший

#### 4. Оценочные средства промежуточного контроля (40 баллов)

Форма промежуточного контроля определяется учебным планом по данной дисциплине.

##### 4.1. Зачет (1 семестр)

Зачет состоит из двух вопросов, на которые нужно дать развернутый ответ.

##### Пояснительная записка по методике оценивания зачета:

Показатели и критерии оценивания зачета	Шкала оценивания зачета
Показывает хорошие знания изученного учебного материала, самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса	10
Полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса	10
Владеет основными терминами и понятиями изученного курса	10
Показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт	10
Итого	40

##### Примерный перечень вопросов:

1. Основные понятия исследования операций. Основные особенности ИО. Основные этапы ИО.
2. Математическое моделирование операций. Классификация экономико-математических моделей. Преимущества и недостатки использования моделей.
3. Принципы моделирования. Проверка и корректировка модели. Подготовка модели к эксплуатации. Внедрение результатов операционного исследования.
4. Понятие отрезка в n-мерном пространстве. Понятие выпуклого множества.
5. Выпуклость гиперплоскости и полупространства. Теорема о пересечении выпуклых множеств.
6. Проекция точки на множество. Понятие крайней точки выпуклого множества. Теоремы отделимости.
7. Выпуклые и вогнутые множества. Дифференцируемость по направлению.
8. Постановка задачи математического программирования. Постановка задачи выпуклого программирования.
9. Возможные направления. Условие регулярности Слейтера.
10. Функция Лагранжа. Условия оптимальности.
11. Теорема Куна-Таккера.
12. Постановка задачи линейного программирования. Свойства ЗЛП. Разрешимые и неразрешимые ЗЛП.
13. Опорные решения. Базис опорного плана.
14. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП.
15. Симплекс-метод.
16. Метод искусственного базиса.
17. Вырожденность ЗЛП.

18. Определение двойственной ЗЛП. Общие правила построения двойственной задачи.
19. Лемма о взаимной двойственности.
20. 1-ая и 2-ая теоремы двойственности.
21. Одновременное решение прямой и двойственной задач.
22. Двойственный симплекс-метод.

#### 4.2. Экзамен (2 семестр)

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов, на которые нужно дать развернутый ответ.

##### Пояснительная записка по методике оценивания экзамена:

Показатели и критерии оценивания зачета	Шкала оценивания зачета
Показывает хорошие знания изученного учебного материала, самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса	10
Полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса	10
Владеет основными терминами и понятиями изученного курса	10
Показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт	10
Итого	40

##### Примерный перечень вопросов:

1. Транспортная задача и ее свойства. Закрытые и открытые модели.
2. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
3. Транспортные задачи с ограничениями.
4. Анализ устойчивости ЗЛП.
5. Задачи целочисленного линейного программирования, экономические приложения. Метод отсечения Гомори. Метод ветвей и границ.
6. Постановка задачи одномерной оптимизации.
7. Метод дихотомии.
8. Метод Фибоначчи.
9. Метод «золотого сечения».
10. Методы поиска с использованием квадратичной аппроксимации.
11. Методы поиска с использованием кубической аппроксимации.
12. Задача многомерной оптимизации без ограничений.
13. Модели и условия сходимости численных методов.
14. Градиентные и квазиньютоновские методы в  $R^n$ .
15. Методы сопряженных градиентов.
16. Задача многомерной оптимизации с ограничениями.
17. Метод проекции градиента.
18. Метод условного градиента.
19. Метод возможных направлений.
20. Методы внешних штрафных функций.
21. Методы внутренних штрафных функций.
22. Комбинированные методы штрафных функций.
23. Модифицированные методы штрафных функций.
24. Многокритериальные задачи исследования операций. Основные понятия и определения.
25. Эффективные и слабоэффективные решения. Построение множества эффективных решений и проверка эффективности выделенного решения.

### Этапы формирования компетенций

Код формируемой компетенции	Этап формирования		
	начальный	промежуточный	завершающий
ОПК-2		+	
ПК-23		+	