

**ГАОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»**

*Утверждены решением  
Ученого совета,  
протокол № 13  
от 06 июля 2020 г.*

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗА-  
ЦИИ»**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ – 09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИН-  
ФОРМАТИКА,  
ПРОФИЛЬ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНО-  
МИКЕ»**

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ - БАКАЛАВРИАТ**

**Махачкала - 2020**

**УДК: 519.876.5**

**ББК : 22.18**

**А 50**

**Составители** – Асланова Гюлага Нурвелиевна, старший преподаватель кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ;

Магомедов Курбан Ахмедович, профессор кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ.

**Внутренний рецензент:** Якубов Амучи Загирович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» ДГУНХ.

**Внешний рецензент:** Ибрагимов Мурад Гаджиевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии Дагестанского государственного университета

**Представитель работодателя:** Сайидахмедов Сайидахмед Сергеевич, генеральный директор компании «Текама»

*Оценочные материалы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 года №922, в соответствии с приказом от 5 апреля 2017г., № 301 Министерства образования и науки РФ.*

Оценочные материалы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» размещены на официальном сайте [www.dgunh.ru](http://www.dgunh.ru)

Асланова Г.Н., Магомедов К.А. Оценочные материалы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» для направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Информационные системы в экономике», Махачкала: ДГУНХ, 2020 - 27 с.

Рекомендованы к утверждению Учебно-методическим советом ДГУНХ 03 июля 2020 г.

Рекомендованы к утверждению руководителем основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Информационные системы в экономике», к.э.н., доцентом Раджабовым К.Я.

Одобрены на заседании кафедры «Прикладная математика и информационные технологии» 30 июня 2020 г., протокол № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Назначение оценочных материалов .....  | 4  |
| РАЗДЕЛ 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.....  | 5  |
| 1.1. Перечень формируемых компетенций .....  | 5  |
| 1.2. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств .....  | 5  |
| РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине.....  | 22 |
| РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....            | 51 |
| РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций..... | 54 |
| Лист актуализации оценочных материалов дисциплины .....  | 59 |

## Назначение оценочных материалов

Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости (оценивания хода освоения дисциплины) для проведения промежуточной аттестации (оценивания промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине) обучающихся по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям образовательной программы высшего образования 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Информационные системы в экономике».

Оценочные материалы по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» включают в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценочные материалы сформированы на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами оценочных материалов являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных материалов);
- качество оценочных материалов в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

## РАЗДЕЛ 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

### 1.1. Перечень формируемых компетенций

| код компетенции | формулировка компетенции   |
|-----------------|--|
| <b>ОПК</b>      | <b>ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>  |
| <b>ОПК-1</b>    | Способен анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования                                  |
| <b>ОПК-6</b>    | Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;       |
| <b>УК</b>       | <b>УНИВЕРСАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>   |
| <b>УК-2</b>     | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |

### 1.2. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств

| <i>Формируемые компетенции</i>  | <i>Код и наименование индикатора до-</i>   | <i>Планируемые результаты обучения по</i>  | <i>Уровни освоения компетенций</i> | <i>Критерии оценивания сформированности компетенций</i>   | <i>Виды оценочных средств</i>   |
|---|--|--|------------------------------------|---|---|
| <b>ОПК - 1</b><br>Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы | <b>ОПК -1.1.</b><br>Демонстрирует естественнонаучные и инженерные знания для исследования информации | <b>Знать:</b> методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных | Пороговый уровень                  | Обучающийся частично знает методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и инженерных знаний в профессиональной деятельности | <b>Блок А</b> –задания репродуктивного уровня<br>– вопросы для обсуждения |

|   |                               |  |                     |   |  |  |
|---|-------------------------------|--|---------------------|---|--|--|
| математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | онных систем и их компонентов | и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности.   | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной                |  |  |
|   |                               |  | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности. |  |  |
|   |                               | Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных  |  | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе |
|   |                               |  | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе математических,  |  |  |

|  |                     |  |   |   |   |
|--|---------------------|--|---|---|---|
|  |                     |  | Продвинутый уровень   | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний. |   |
|  |                     | Владеть: способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний для исследования информационных систем и их компонентов | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний для исследования информационных систем и их компонентов.                   | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня<br>выполнение проекта<br>лабораторная работа |
|  | Базовый уровень     |  | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний для исследования информационных систем и их компонентов. |   |   |
|  | Продвинутый уровень |  | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности способами применения математических, естественнонаучных и общеинженерных знаний для исследования  |   |   |

|  |   |                     |   |  |
|--|---|---------------------|---|--|
| ОПК -1.4.<br>Владеет методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности. | <b>Знать:</b> методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и инженерных знаний для решения стандартных задач в профессиональной деятельности. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично знает методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и инженерных знаний для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.                                | <b>Блок А</b> – задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения                    |
|  |   | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и инженерных знаний для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.  |  |
|  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности методы применения математического анализа, математического моделирования, естественнонаучных и инженерных знаний для решения стандартных задач в профессиональной деятельности. |  |
|  | <b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования и исследования операций  | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет применять методы математического моделирования и исследования операций для решения стандартных задач в   | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе |



|  |  |   |                     |   |   |
|--|--|---|---------------------|---|---|
|  |  | для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.  |                     | профессиональной деятельности.  |   |
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами применять методы математического моделирования и исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.  |   |
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности применять методы математического моделирования и исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности. |   |
|  |  | <b>Владеть:</b> способами применения методов исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет способами применения методов исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.  | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня выполнение проекта |
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами способами применения методов исследования операций для решения   |   |

|   |   |                   |                     |  |   |
|---|---|-------------------|---------------------|--|---|
|   |   |                   |                     | стандартных задач в профессиональной деятельности.   |   |
|   |   |                   | Продвинутый уровень | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности способами применения методов исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.                    |   |
| ОПК -1.5.<br>Использует метод замены при исследовании изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования | <b>Знать:</b> способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики. | Пороговый уровень |                     | Обучающийся частично знает способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.                               | <b>Блок А</b> –задания репродуктивного уровня<br>– вопросы для обсуждения |
|   |   |                   | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики. |   |

|  |  |   |                     |  |   |
|--|--|---|---------------------|--|---|
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности способы использования метода замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей его свойства и характеристики.  |   |
|  |  | <b>Уметь:</b> заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и ин- | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования. | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня<br>– вопросы к письменной контрольной работе |

|  |  |  |                            |  |  |
|--|--|--|----------------------------|--|--|
|  |  | <p>формационное обеспечение процессов моделирования.</p> | <p>Базовый уровень</p>     | <p>Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.</p>  |  |
|  |  |  | <p>Продвинутый уровень</p> | <p>Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности заменять изучаемый предмет или явление специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.</p> |  |

|  |  |  |                            |   |  |
|--|--|--|----------------------------|---|--|
|  |  | <p><b>Владеть:</b> методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.</p> | <p>Пороговый уровень</p>   | <p>Обучающийся частично владеет методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования.</p> | <p><b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня выполнение проекта</p> |
|  |  |  | <p>Базовый уровень</p>     | <p>Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного</p>                                      |  |
|  |  |  | <p>Продвинутый уровень</p> | <p>Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности методикой замены изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное</p>       |  |

|  |  |   |                     |   |  |
|--|--|---|---------------------|---|--|
| <b>ОПК -6.</b><br>Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования; | <b>ОПК-6.1.</b><br>Применяет знания математического моделирования, используемого при расчете экономических и оптимизационных задач | <b>Знать:</b> приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично знает приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.                                | <b>Блок А</b> – задания репродуктивного уровня<br>– вопросы для обсуждения                     |
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.  |  |
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности приемы применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач. |  |
|  |  | <b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.           | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.  | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня<br>– вопросы к письменной контрольной работе. |

|  |  |  |                     |   |  |
|--|--|--|---------------------|---|--|
|  |  |  | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач.  |  |
|  |  |  | Продвинутый уровень | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности применять методы математического моделирования и использовать их при решении экономических и оптимизационных задач. |  |
|  |  | <b>Владеть:</b> способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.                 | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня выполнение проекта; |
|  |  |  | Базовый уровень     | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами способами применения методов математического моделирования и использования их при решении                          |  |

|  |   |  |                     |   |  |
|--|---|--|---------------------|---|--|
|  |   |  | Продвинутый уровень | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности способами применения методов математического моделирования и использования их при решении экономических и оптимизационных задач.      |  |
| УК -2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющих ресурсы и ограничений | УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм | <b>Знать:</b> темы определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично знает приемы определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.                               | <b>Блок А</b> –задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения |
|  |   |  | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами приемы определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм. |  |
|  |   |  | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности приемы определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели,                                     |  |



|  |  |   |                     |  |  |
|--|--|---|---------------------|--|--|
|  |  | <b>Уметь:</b><br>определять взаимосвязи между задачами, обеспечивающие достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет определять взаимосвязи между задачами, обеспечивающие достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.                                | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе |
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами определять взаимосвязи между задачами, обеспечивающие достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.  |  |
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности определять взаимосвязи между задачами, обеспечивающие достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм. |  |
|  |  | <b>Владеть:</b><br>способами определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из дей-  | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет способами определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из дей-                                 | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня выполнение проекта.               |

|  |  |                     |  |   |  |
|--|--|---------------------|--|---|--|
|  |  |                     | Базовый уровень  | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами способами определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели,                                       |  |
|  |  |                     | Продвинутый уровень  | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности способами определения совокупности взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм. |  |
| УК-2.2.<br>Определяет ресурсное обеспечение для достижения поставленной цели | Знать: методы определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично знает методы определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.                               | Блок А – задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения  |  |
|  |  | Базовый уровень     | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами методы определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели. |   |  |
|  |  | Продвинутый уровень | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности методы определения ресурсного обеспечения для                              |   |  |

|  |  |  |                     |  |   |
|--|--|--|---------------------|--|---|
|  |  |  |                     | достижения поставленной цели.  |   |
|  |  | <b>Уметь:</b> использовать методику определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично умеет использовать методику определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.                                | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня<br>– вопросы к письменной контрольной работе |
|  |  |  | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами использовать методику определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.  |   |
|  |  |  | Продвинутый уровень | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности использовать методику определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели. |   |
|  |  | <b>Владеть:</b> приемами определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.            | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет приемами определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели.   | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня<br>выполнение проекта                |
|  |  |  | Базовый уровень     | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами приемами определения ресурсного обеспечения для   |   |

|   |  |  |  |   |   |
|---|--|--|--|---|---|
|   |  |  |  | достижения поставленной цели.   |   |
|   |  |  | Продвинутый уровень  | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности приемами определения ресурсного обеспечения для достижения поставленной цели. |   |
| УК-2.4.<br>Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач | Знать: методы определения ожидаемых результатов решения поставленных задач | Пороговый уровень  | Обучающийся частично знает методы определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.                                | Блок А – задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения  |   |
|   |  | Базовый уровень  | Обучающийся знает с незначительными ошибками и пробелами методы определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.  |   |   |
|   |  | Продвинутый уровень  | Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности методы определения ожидаемых результатов решения поставленных задач. |   |   |
|   |  | Уметь: использовать методику определения ожидаемых результатов решения поставленных задач. | Пороговый уровень  | Обучающийся частично умеет использовать методику определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.                            | Блок В – задания реконструктивного уровня – вопросы к письменной контрольной работе |

|  |  |   |                     |   |   |
|--|--|---|---------------------|---|---|
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся умеет с незначительными ошибками и пробелами использовать методику определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.  |   |
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся умеет с требуемой степенью полноты и точности использовать методику определения ожидаемых результатов решения поставленных задач. |   |
|  |  | <b>Владеть:</b> способами определения ожидаемых результатов решения поставленных задач. | Пороговый уровень   | Обучающийся частично владеет способами определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.  | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного уровня выполнение проекта |
|  |  |   | Базовый уровень     | Обучающийся владеет с незначительными ошибками и пробелами способами определения ожидаемых результатов решения поставленных задач.            |   |
|  |  |   | Продвинутый уровень | Обучающийся владеет с требуемой степенью полноты и точности способами определения ожидаемых   |   |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  | результатов<br>решения<br>поставленных<br>задач. |  |
|--|--|--|--|--|--|

## **РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине**

**Для проверки сформированности компетенции ОПК-1:** способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

**ОПК -1.1.** Демонстрирует естественно-научные и общеинженерные знания для исследования информационных систем и их компонентов

**ОПК -1.4.** Владеет методами математического моделирования операций, методами решения основных типов задач исследования операций для решения стандартных задач в профессиональной деятельности

**ОПК -1.5.** Использует метод замены при исследовании изучаемого предмета или явления специальной моделью, воспроизводящей существенные характеристики оригинала, с использованием современного программного и информационное обеспечение процессов моделирования

### **Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)**

#### **А.1 Вопросы для обсуждения**

- Принципы системного подхода к принятию решений в экономике.
- Определение операции.
- Понятие эффективности операции.
- Критерий эффективности операции.
- Классы моделей исследования операций.

### **Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)**

#### **В1. – вопросы к письменной контрольной работе**

1. Системный подход к проблеме принятия решений.
2. Системный анализ и математическое моделирование. Решение проблемы как система.
3. Формализация проблем управления в экономике.
4. Оптимизация и принятие решений.
5. Задача исследования операций.

### **Блок С. Задания практико-ориентированного уровня для диагностирования сформированности компетенций («владеть»)**

## С1. Лабораторная работа.

«Решение транспортной задачи с использованием табличного процессора Excel».

### Необходимо:

- 1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель транспортной задачи линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.
- 2). Ввести исходные данные в шаблон Excel в файле «Шаблон транспортной задачи».
- 3). Открыть команду «Поиск решения», проверить номера ячеек целевой функции, искомых переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение задачи.

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи;
- результаты решения задачи.

1. В пунктах  $A$  и  $B$  находятся соответственно 110 и 190 т горючего. Пунктам 1, 2, 3 требуются соответственно 70, 90, 140 т горючего. Стоимость перевозки 1 т горючего из пункта  $A$  в пункты 1, 2, 3 равна 200, 300, 400 руб. за 1 т соответственно, а из пункта  $B$  в пункты 1, 2, 3 — 600, 200, 500 тыс. руб. за 1 т соответственно.

Составьте план перевозок горючего, минимизирующий общую сумму транспортных расходов.

2. Три завода выпускают станки, которые отправляются четырем потребителям. Первый завод поставляет 60 станков, второй — 70 станков, третий — 20 станков. Станки следует поставить потребителям следующим образом: первому — 40 шт., второму — 30, третьему — 30, четвертому — 50 шт. Стоимость перевозки одного станка от поставщика до потребителя указана в следующей таблице (в ден. ед.).

| Заводы | Потребители |   |   |   |
|--------|-------------|---|---|---|
|        | 1           | 2 | 3 | 4 |
| I      | 2           | 4 | 5 | 1 |
| II     | 2           | 3 | 9 | 4 |
| III    | 3           | 4 | 2 | 5 |

Составьте оптимальный план доставки станков.

3. Для строительства 3-х участков дорожной магистрали необходимо завозить песок. Песок может быть поставлен и: 4-х карьеров. Перевозка песка из карьеров до участков осуществляется грузовиками одинаковой грузоподъемности. Рас-

стояние в километрах от карьеров до участков, наличие песок в карьерах и потребность песка на участках дороги приведены в следующей таблице.

| Песчаные карьеры | Участки до- |    |     |    | Наличие песка, тыс. т |
|------------------|-------------|----|-----|----|-----------------------|
|                  | I           | II | III | IV |                       |
| I                | 1           | 8  | 2   | 3  | 30                    |
| II               | 4           | 7  | 5   | 1  | 50                    |
| III              | 5           | 3  | 4   | 4  | 20                    |
| Потребность в    | 15          | 15 | 40  | 30 |                       |

Составьте план перевозок, минимизирующий общий проб грузовиков.

4. Груз, хранящийся на трех складах, необходимо развес по 5-ти магазинам. Для перевозки грузов требуются 40, 30, 35 автомашин соответственно. Первому магазину требуется 20 машин груза, второму — 34, третьему — 16, четвертому — 10 и пятому — 25 машин. Стоимость пробега одной автомашины за 1 составляет 5 ден. ед. Расстояния от складов до магазинов указа в следующей таблице

| Склады | Магазины |   |   |   |    |
|--------|----------|---|---|---|----|
|        | 1        | 2 | 3 | 4 | 5  |
| I      | 2        | 6 | 3 | 4 | 8  |
| II     | 1        | 5 | 6 | 9 | 7  |
| III    | 3        | 4 | 1 | 6 | 10 |

Составьте оптимальный по стоимости план перевозки груза от складов до магазинов.

5. На четырех элеваторах А, В, С, D находится зерно в количестве 100, 120, 150, 130 т, которое нужно доставить на четыре сельскохозяйственных предприятия для посева. Предприятию 1 необходимо поставить 140 т, предприятию 2 — 130, предприятию 3 — 90, предприятию 4 — 140 т зерна. Стоимость доставки потребителям от поставщиков представлена в таблице.

| Элеваторы | Сельскохозяйственные предприятия |    |     |    |
|-----------|----------------------------------|----|-----|----|
|           | I                                | II | III | IV |
| A         | 4                                | 5  | 5   | 7  |
| B         | 8                                | 7  | 5   | 4  |
| C         | 9                                | 6  | 4   | 5  |
| D         | 3                                | 2  | 9   | 3  |

Составьте оптимальный план перевозки зерна из условия минимума стоимости перевозки.

6. Деревообрабатывающий комбинат имеет три цеха: А, В, С и четыре склада: 1, 2, 3, 4. Цеха и склады находятся на разных территориях. Цех А производит 40 тыс. м<sup>3</sup>-материала, цех В — 30; цех С — 20 тыс. м<sup>3</sup> материала. Пропускная способность складов за то же время характеризуется следующими показателями: склад 1 — 30 тыс. м<sup>3</sup> материала, склад 2 — 25; склад 3 — 15 и склад 4 — 20 тыс. м<sup>3</sup>



материала. Стоимость перевозки 1 м<sup>3</sup> материала из цеха А на склады 1, 2, 3, 4 соответственно: 10, 20, 60, 40 ден. ед., из цеха В — соответственно 30, 10, 30, 20, а из цеха С — соответственно 50, 70, 50, 10 ден. ед.

Составьте план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку 90 тыс. м<sup>3</sup> материала были бы наименьшими.

7. В области имеется пять кирпичных заводов, объем выпуска которых в сутки равен 105, 50, 80, 20, 25 т соответственно. Заводы удовлетворяют потребности шести строительных фирм соответственно в количестве 80, 43, 10, 17, 50, 30 т. Оставшийся кирпич отправляют по железной дороге в другие области. Кирпич на строительные объекты внутри области доставляется автомобильным транспортом. Расстояние в километрах от заводов до объектов приведено в таблице.

| Кирпичные заводы | Строительные фирмы |                |                |                |                |                |
|------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                  | Ф <sub>1</sub>     | Ф <sub>2</sub> | Ф <sub>3</sub> | Ф <sub>4</sub> | Ф <sub>5</sub> | Ф <sub>6</sub> |
| 1                | 3                  | 5              | 6              | 12             | 7              | 8              |
| 2                | 4                  | 11             | 2              | 10             | 9              | 5              |
| 3                | 7                  | 6              | 8              | 5              | 4              | 9              |
| 4                | 12                 | 10             | 4              | 3              | 9              | 3              |
| 5                | 5                  | 3              | 8              | 4              | 10             | 7              |

Определите, с каких заводов и каким фирмам должен доставляться кирпич, а также какие заводы и в каком количестве должны отправлять кирпич в другие области, чтобы транспорты издержки по доставке кирпича автотранспортом были минимальными. Стоимость перевозки 1 т кирпича автотранспортом удовлетворяет условию  $c = a + d(l - 1)$ , где  $a = 30$  ден. ед

$d = 10$  ден. ед.,  $l$  — пробег, км.

8. Аудиторская фирма, имеющая три подразделения, находящихся в разных местах города, оказывает аудиторские услуги трем предприятиям “Сокол”, “Динамо”, “Стрела”. При этом руководящее звено названных предприятий должно приезжать фирму для оказания услуг. Производственные мощности фирмы, стоимость услуг подразделений, временные затраты на проезд предприятия до фирмы и обратно и прогнозируемое количество посещений в квартале приведены в таблице.

| Подразделения фирмы        | Производственная мощность, чел. | Стоимость услуг, усл. ед. | Время проезда |          |          |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|----------|----------|
|                            |                                 |                           | “Сокол”       | “Динамо” | “Стрела» |
| 1                          | 6                               | 30                        | 4             | 3        | 2        |
| 2                          | 5                               | 50                        | 3             | 9        | 4        |
| 3                          | 7                               | 70                        | 4             | 1        | 5        |
| Требуемое кол-во посещений |                                 |                           | 4             | 8        | 6        |

Требуется определить, какое количество посещений доля быть от каждого предприятия в каждое из подразделений, что суммарные расходы на услуги и проезд

были минимальными.

9. Завод выпускает продукцию в четырех цехах: А, В, С, D, расположенных на разных территориях. Свою продукт завод поставляет в шесть магазинов города. Цех А производит 130 тыс. шт. изделий, цех В — 90; цех С — 100 и цех D — соответственно 140 тыс. шт. изделий. Плановая потребность магазинов в продукции завода следующая: магазин 1 — 110 тыс. шт. изделий; магазин 2 — 50 тыс. шт.; магазин 3 — 30 тыс. шт., магазин 4 — 80 тыс. шт., магазин 5 — 100 тыс. шт. и магазин 6 — 90 тыс. шт. изделий. Стоимость перевозки 1 тыс. шт. изделий из цехов в магазины приведена в таблице.

| Цеха<br>завода | Магазины       |                |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> | M <sub>3</sub> | M <sub>4</sub> | M <sub>5</sub> | M <sub>6</sub> |
| А              | 2              | 3              | 6              | 8              | 2              | 10             |
| В              | 8              | 1              | 2              | 3              | 9              | 5              |
| С              | 7              | 6              | 4              | 1              | 5              | 9              |
| D              | 2              | 10             | 8              | 5              | 3              | 4              |

Составьте такой план перевозки изделий, при котором расходы на перевозку изделий были бы наименьшими.

10. Четыре растворных узла поставляют раствор четырем строительным фирмам. Для перевозки раствора используются однотипные автомашины. Объем производства растворных узлов в день равен 30, 20, 40, 50 т. Потребности строительных фирм в день: 35, 20, 55, 30 т. Расстояние в километрах от растворных узлов до строительных объектов указано в таблице.

| Растворный узел | Строительные фирмы |   |   |   |
|-----------------|--------------------|---|---|---|
|                 | 1                  | 2 | 3 | 4 |
| I               | 2                  | 4 | 1 | 3 |
| II              | 5                  | 6 | 3 | 4 |
| III             | 3                  | 6 | 7 | 5 |
| IV              | 1                  | 2 | 9 | 3 |

Определите, в каком объеме, с каких растворных узлов и куда должен доставляться раствор, чтобы транспортные издержки по его доставке автотранспортом были минимальными.

11. В районе имеются четыре станции технического обслуживания (СТО) машин фирмы “ВОЛЬВО”. Основными потребителями их ремонтных услуг являются пять автопредприятий. Производственные мощности СТО, стоимость их услуг, затраты на транспортировку от автопредприятий на СТО и обратно и прогнозируемое количество ремонтов в планируемом периоде на каждом автопредприятии приведены в следующей таблице.

| СТО | Стоимость<br>рем. часа,<br>уел. ед. | Затраты на транспор-<br>тировку |                |                |                |                | Производ-<br>ственные мощности |
|-----|-------------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
|     |                                     | П <sub>1</sub>                  | П <sub>2</sub> | П <sub>3</sub> | П <sub>4</sub> | П <sub>5</sub> |                                |
| 1   | 30                                  | 1                               | 5              | 2              | 6              | 3              | 100                            |

|                        |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 2                      | 45 | 3  | 6  | 2  | 4  | 3  | 15 |
| 3                      | 60 | 8  | 10 | 4  | 5  | 6  | 90 |
| 4                      | 40 | 7  | 3  | 7  | 9  | 1  | 55 |
| <i>Кол-во ремонтов</i> |    | 30 | 40 | 55 | 80 | 45 |    |

Требуется определить, какое количество автомашин из каждого автопредприятия необходимо отремонтировать на каждой СТО, чтобы суммарные расходы на ремонт и транспортировку были минимальными.

12. Имеются четыре овощехранилища, расположенные в разных районах города, в которых сосредоточено 10, 20, 35 и 45 т овощей соответственно. Овощи необходимо перевезти четырем потребителям соответственно в количестве 25, 30, 40 и 15 т. Расстояния от хранилищ до потребителей следующие:

| <i>Хранилище</i> | <i>Потребители</i> |   |   |   |
|------------------|--------------------|---|---|---|
|                  | 1                  | 2 | 3 | 4 |
| I                | 7                  | 3 | 3 | 8 |
| II               | 7                  | 6 | 2 | 7 |
| III              | 4                  | 7 | 7 | 3 |
| IV               | 5                  | 2 | 4 | 5 |

Затраты на перевозку 1 т овощей на 1 км постоянны и равны 20 руб.

Определите план перевозок продукта от хранилищ до потребителей из условия минимизации транспортных расходов.

13. Завод имеет три дочерних предприятия, расположенные в разных районах города, по ремонту и обслуживанию холодильных установок в 4-х овощехранилищах. Предприятия в течение года используют следующие мощности по обслуживанию овощехранилищ: 45, 35 и 60 чел. соответственно. Плановые потребности овощехранилищ в услугах предприятий составляют соответственно 20, 35, 40 и 45 чел. Расстояния от предприятий до овощехранилищ следующие:

| <i>Хранилище</i> | <i>Потребители</i> |   |   |   |
|------------------|--------------------|---|---|---|
|                  | 1                  | 2 | 3 | 4 |
| I                | 2                  | 7 | 3 | 6 |
| II               | 9                  | 4 | 5 | 7 |
| III              | 5                  | 7 | 6 | 2 |

В стоимость обслуживания одним человеком входит фиксированная сумма ремонта в размере 100 усл. ед. и транспортные расходы в размере 10 усл. ед. за 1 км. Определите план обслуживания, чтобы суммарные расходы на ремонт и транспортировку были минимальными.

14. Торговая фирма “Весна и осень” включает четыре предприятия и шесть складов в различных регионах страны. Каждый месяц предприятия фирмы производят 100, 15, 90 и 55 ед. продукции. Вся производимая продукция направляется на склады, вместимость которых следующая: 30, 40, 55, 80, 45 и 10 ед. продукции. Издержки транспортировки продукции от предприятий до складов следующие (ден. ед.):

| Предприятия фирмы<br>"Весна и осень" | Склады |    |   |   |   |   |
|--------------------------------------|--------|----|---|---|---|---|
|                                      | 1      | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1                                    | 1      | 5  | 2 | 2 | 1 | 6 |
| 2                                    | 3      | 6  | 2 | 4 | 3 | 3 |
| 3                                    | 8      | 10 | 4 | 5 | 6 | 8 |
| 4                                    | 7      | 3  | 7 | 9 | 1 | 2 |

Распределите план перевозок из условия минимизации ежемесячных расходов на транспортировку.

**15.** Три хлебных комбината с производственными мощностями 130, 110, 80 т хлебобулочных изделий в сутки поставляют свою продукцию в 5 магазинов города. Потребность в хлебобулочных изделиях магазинов следующая: 60, 40, 50, 80, 90 т. Издержки транспортировки продукции от хлебных комбинатов до магазинов следующие (ден. ед.):

| Хлебные комбинаты | Магазины |    |   |   |    |
|-------------------|----------|----|---|---|----|
|                   | 1        | 2  | 3 | 4 | 5  |
| I                 | 4        | 5  | 6 | 8 | 10 |
| II                | 10       | 3  | 2 | 5 | 15 |
| III               | 4        | 10 | 5 | 2 | 12 |

Распределите план перевозок из условия минимизации ежедневных расходов на транспортировку.

**16.** Четыре растворных узла потребляют в сутки 170, 190, 230 и 150 т песка, который отгружается с трех песчаных карьеров. Суточная производительность карьеров равна соответственно 280, 240 и 270 т песка.

Карьеры взимают плату за погрузку песка каждые сутки не с количества отгруженного материала, а "с факта" его отгрузки, куда входит стоимость погрузки, цена песка и транспортные расходы доставки потребителю при закреплении его за карьером. Стоимость перевозки 1 т песка от карьеров до растворных узлов приведены в таблице.

| Растворные узлы                   | Карьеры |     |     |
|-----------------------------------|---------|-----|-----|
|                                   | 1       | 2   | 3   |
| 1                                 | 9       | 15  | 6   |
| 2                                 | 10      | 8   | 9   |
| 3                                 | 7       | 4   | 12  |
| 4                                 | 5       | 10  | 13  |
| Цена 1 т песка, руб.              | 3       | 29  | 22  |
| Суточная стоимость погрузки, руб. | 190     | 250 | 150 |

Найти оптимальный вариант закрепления растворных узлов за карьерами.

**17.** Потребность области в азотных удобрениях составляя 180 тыс. т в год. Поставку азотных удобрений могут осуществлять три завода со следующими мощностями: 200, 175 и 225 т удобрений в квартал. Потребителями азотных удобрений в области являются 5 агропромышленных фирм. Их потребности удобрениях,

следующие: 100, 130, 80, 190 и 100 т в квартал. Транспортные затраты на поставку удобрений с заводов в агрофирмы представлены в таблице.

| Заводы | Агропромышленные фирмы |   |   |   |    |
|--------|------------------------|---|---|---|----|
|        | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5  |
| 1      | 5                      | 7 | 4 | 2 | 5  |
| II     | 7                      | 1 | 3 | 1 | 10 |
| III    | 2                      | 3 | 6 | 8 | 7  |

Найти оптимальный план поставки удобрений с минимальными транспортными издержками.

**18.** Три молочных фермы с суточным производством 40, 25 и 35 тыс. л молока снабжают четыре молокозавода, спрос у которых: 15, 40, 30 и 15 тыс. л молока в сутки. Молоко доставляется на заводы молоковозами, одинаковыми по вместимости. Стоимость провоза молока молоковозом на расстояние 1 км составляет 3 ден. ед. Ферма 2 не связана с молокозаводом 4. Расстояние от ферм до молокозаводов следующее:

| Молочные фермы | Молокозаводы |    |   |    |
|----------------|--------------|----|---|----|
|                | 1            | 2  | 3 | 4  |
| I              | 10           | 5  | 7 | 4  |
| II             | 7            | 4  | 9 | 10 |
| III            | 6            | 14 | 8 | 7  |

Найти оптимальный план поставки молока с ферм на молокозаводы с минимальными транспортными издержками. Рассчитайте стоимость доставки молока от каждой фермы до молокозавода.

**19.** Четыре бензохранилища с суточным объемом хранения 60, 40, 100 и 50 тыс. т авиационного бензина снабжают пять аэропортов, спрос на бензин у которых составляет 30, 80, 65, 35 и 40 тыс. т бензина в сутки. Бензин транспортируется в аэропорты одинаковыми по вместимости бензозаправщиками. Стоимость провоза бензина бензозаправщиком на расстояние 1 км составляет 7 ден. ед. Бензохранилище 2 не связано с аэропортом 5, а 3-е бензохранилище не связано с 1-м аэропортом. Расстояние от бензохранилищ до аэропортов следующее:

| Бензохранилища | Аэропорты |    |    |    |    |
|----------------|-----------|----|----|----|----|
|                | 1         | 2  | 3  | 4  | 5  |
| I              | 8         | 12 | 4  | 9  | 10 |
| II             | 7         | 5  | 15 | 3  | 6  |
| III            | 9         | 4  | 6  | 12 | 7  |
| IV             | 5         | 3  | 2  | 6  | 4  |

Найти оптимальный план поставки бензина с минимальными транспортными издержками. Рассчитайте стоимость доставки бензина от каждого аэропорта до хранилища.

**20.** Пусть в задаче 19 объем хранения бензина в хранилище 1 снизился до 20 тыс. т.

Кроме того, обязательно условие полного удовлетворения спроса на бензин для аэропорта 3. Н допоставки в аэропорты 2 и 4 штрафуются на сумму 10 ден. ед. за каждую тонну.

Сформулируйте соответствующую транспортную задачу и решите ее на минимум издержек.

## **Блок Д. Задания для использования в рамках промежуточной аттестации**

### **Д1. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Системный подход к проблеме принятия решения.
2. Связь структуры и функций системы.
3. Классификация экономических моделей.
4. Структуризация методов моделирования систем.
5. Типы данных и проблема измерений в экономическом моделировании.
6. Задача исследования операций. Классы моделей исследования операций.

### **Д2. Экзаменационные задачи**

#### **Задача 1.**

##### **Необходимо:**

1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель транспортной задачи линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.

2). Ввести исходные данные в шаблон Excel в файле «Шаблон транспортной задачи».

3). Открыть команду «Поиск решения», задать ячейки целевой функции, искомых переменных, ввести ограничения. Получить решение задачи.

В пунктах *A* и *B* находятся соответственно 110 и 190 т горючего. Пунктам 1, 2, 3 требуются соответственно 70, 90, 140 т горючего. Стоимость перевозки 1 т горючего из пункта *A* в пункты 1, 2, 3 равна 200, 300, 400 руб. за 1 т соответственно, а из пункта *B* в пункты 1, 2, 3 — 600, 200, 500 тыс. руб. за 1 т соответственно.

Составьте план перевозок горючего, минимизирующий общую сумму транспортных расходов.

**Для проверки сформированности компетенции ОПК-6:** способность анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

## **Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)**

## А.1 Вопросы для обсуждения

Освоение симплекс-метода поиска условного экстремума целевой функции прямой и двойственной задач линейного программирования.

- Алгоритм симплексного преобразования таблицы ограничений.
- Свойства взаимно двойственных задач.
- Основное неравенство теории двойственности.
- Первая теорема двойственности и ее экономический смысл.
- Вторая теорема двойственности.
- Третья теорема двойственности.

Освоение методов решения транспортной задачи.

- Формализация экономико–математической модели транспортной задачи.
- Решение транспортной задачи симплексным методом.
- Суть метода северо-западного угла поиска начального базиса при решении транспортной задачи.
- Суть метода наименьших стоимостей поиска начального базиса при решении транспортной задачи.
- Суть метода потенциалов.
- Открытая и закрытая модели транспортной задачи.

Решение задачи целочисленного программирования методом отсечения с использованием алгоритма Гомори.

- Формализация задачи целочисленного линейного программирования.
- Сущность метода Гомори решения задачи целочисленного линейного программирования.
- Особенности решения частично-целочисленных задач.

Решение задачи о назначениях венгерским методом.

- Формализация задачи о назначениях.
- Особенности венгерского метода решения задачи о назначениях.

Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

- Формализация метода ветвей и границ решения задачи целочисленного линейного программирования.
- Алгоритм метода ветвей и границ на примере задачи о коммивояжере.

Решение многокритериальных задач оптимизации экспертными методами.

- Шкалирование методом парных сравнений.
- Многокритериальность и недоминируемые решения.
- Метод линейной свертки критериев.

Освоение методов бескритериальной формализации предпочтений и поиска минимального расстояния в пространстве ранжировок.

- Использование бинарных отношений в задачах выбора.
- Экспертная информация и меры близости.

- Поиск минимального расстояния в пространстве ранжировок.

## **Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)**

### **В1. – вопросы к письменной контрольной работе**

1. Понятие симплекса.
2. Решение задач линейного программирования симплекс-методом.
3. допустимое базисное решение (опорное решение, опорный план);
4. преобразование матрицы СЛАУ по правилу прямоугольника;
5. поиск оптимального решения (плана).
6. Применение теории нелинейного программирования к задачам линейного программирования.
7. Теоремы двойственности.
8. Общие правила составления двойственной задачи.
9. Экономическая интерпретация двойственных задач (на примере).
10. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
11. определение начального плана;
12. нахождение оптимального плана.
13. Часто встречающиеся экономические задачи транспортного типа.
14. Классификация экономических задач, формализуемых как задачи целочисленного программирования.
15. Методы целочисленного программирования.
16. Метод отсечения. Алгоритм Гомори.
17. Метод ветвей и границ;
18. Алгоритм Литтла;
19. Примеры задач, решаемых как задачи коммивояжера.
20. Задача о назначениях.
21. Задача коммивояжера.
22. Планирование численности персонала.
23. Многокритериальность и недоминируемые решения.
24. Экспертно-оцениваемые критерии и их шкалы.
25. Выделение эффективных решений посредством однокритериальной оптимизации. Метод критериальных ограничений.
26. Метод линейной свертки критериев.
27. Вычисление функций принадлежности методом парных сравнений.
28. Классификация и свойства бинарных отношений. Отношения предпочтения.
29. эксперты и бинарные отношения;
30. варианты предпочтений экспертов;
31. свойства бинарных отношений;



32. типы отношений;
33. использование бинарных отношений в задачах выбора.
34. Функция полезности и бинарные отношения.
35. отношения предпочтения (аксиомы потребителя);
36. связь бинарных отношений и функции полезности;
37. сравнение методов оптимизации.
38. Экспертная информация и меры близости.
39. меры близости на отношениях;
40. шкалы и отношения;
41. упорядочение на ранжированиях;
42. пространство упорядочений.
43. Поиск минимального расстояния в пространстве упорядочиваний (ранжировок).

## **Блок С. Задания практико-ориентированного уровня для диагностирования сформированности компетенций («владеть»)**

### **С1. Лабораторные работы.**

#### **Лабораторная работа №9**

#### **Поиск условного экстремума целевой функции прямой и двойственной задач линейного программирования симплекс-методом и с использованием табличного процессора Excel.**

##### **Необходимо:**

1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств.

2). Ввести исходные данные в шаблон Excel во вкладке «Прямая задача» в файле «Шаблон к заданию 9». Как это сделать описано в самом шаблоне.

3). Открыть команду «Поиск решения», проверить адреса ячеек целевой функции, искомым переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение прямой задачи.

4). Перейти на вкладку «Двойственная задача» и ввести исходные данные в шаблон Excel. Как это сделать описано в самом шаблоне.

5). Затем вновь открыть команду «Поиск решения», проверить адреса ячеек целевой функции, искомым переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение двойственной задачи.

б) Убедиться в правильности решения прямой и двойственной задач сравнением значений целевых функций в точке экстремума. Эти значения должны совпасть.

7). Сделать сопоставление переменных, ограничений и целевых функций прямой и двойственной задач линейного программирования так, как это сделано на вкладке «Двойственная задача» в файле «Пример выполнения задания 9».

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи;
- сравнение результатов решения прямой и двойственной задач;
- таблицу сопоставления переменных, ограничений и целевых функций прямой и двойственной задач;
- оценку относительной стоимости используемых ресурсов.

2. Сформируйте вариант изготовления бензина АИ-95 и АИ-92, который обеспечивает максимальный доход от продажи, если имеется 44 т смеси 1-го вида и 24 т смеси 2-го вида. На изготовление бензина АИ-95 идет 60% смеси 1-го вида и 40% смеси 2-го вида, на изготовление бензина АИ-92 идет 80% смеси 1-го вида и 20% смеси 2-го вида. Реализуется 1 т бензина АИ-95 за 44 тыс. руб., а 1 т АИ-92 – за 41000 тыс. руб.

3. Хлебозавод производит два типа торта “БИС” и “КВИТ”. Для производства 1 т “БИТ” требуется 0,3 ч работы оборудования, а для “КВИТ” — 0,5 ч. Расход специального ингредиента на них составляет 0,4 и 0,1 т на 1т соответственно. Ежедневно в распоряжении завода 12 т специального ингредиента и 15 ч работы оборудования. Доход от продажи 1 т торт “БИС” составляет 20 тыс. руб., а “КВИТ” — 31 тыс. руб.

Определите ежедневный план производства тортов каждого вида, обеспечивающий максимальный доход от их продажи.

4. Предприятие производит для автомобилей ВАЗ запасные части типа А и В. Норма расхода ресурсов для произведен каждого вида запасных частей, а также отведенные лимиты ресурсов приведены в таблице.

Производственная мощность позволяет выпускать максимум 3500 деталей типа А. Общее число производимых деталей в течение одной недели должно составлять не менее 1500 штук.

| Ресурсы | Нормы расхода ресурсов на производство 1 детали |       | Лимит ресурса<br>(в неделю) |
|---------|---|-------|-----------------------------|
|         | Тип А   | Тип В |                             |
|         |   |       |                             |

|                                  |    |    |      |
|----------------------------------|----|----|------|
| Трудозатраты, чел.-час.          | 4  | 3  | 8000 |
| Листовой материал, кг            | 2  | 6  | 7500 |
| Полимерный материал, кг          | 5  | 2  | 6000 |
| <i>Доход от продажи 1 детали</i> | 11 | 13 |      |

Определите, сколько деталей каждого вида следует производить, чтобы обеспечить максимальный доход от продажи за неделю.

**5.** Издательский дом “Садовод” издает два журнала: “Пчеловод” и “Сад и огород”, которые печатаются в трех типографиях: “Типография МК”, “Полиграф” и “Труд”, где общее количество часов, отведенное для печати, и производительность печати одной тысячи экземпляров ограничены и представлены в следующей таблице.

| Типография           | Время печати 1000 экз. |                | Ресурс времени, отведенный типографией, час |
|----------------------|------------------------|----------------|---|
|                      | “Пчеловод”             | “Сад и огород” |   |
| Типография МК        | 6                      | 8              | 80  |
| Полиграф             | 4                      | 6              | 120   |
| Труд                 | 4                      | 5              | 70  |
| <i>Оптовая цена,</i> | 22                     | 25             |   |

Спрос на журнал “Пчеловод” составляет не более 12 тыс. экз. а на журнал “Сад и огород” — не более 14 тыс. экз. в месяц.

Определите, какое оптимальное количество журналов надо издавать, чтобы обеспечить максимальную выручку от продажи.

**6.** Молочный комбинат освоил выпуск новых видов сыров “Приятный” и “Смачный”, спрос на которые составляет соответственно не более 12 и 15 т в месяц. По причине занятости четырех цехов выпуском традиционных видов молочных продуктов каждый цех может выделить только ограниченный ресурс времени в месяц. В силу специфики технологического оборудования затраты времени на производство сыров разные и представлены в таблице.

Определить оптимальный объем выпуска названных сыров, обеспечивающий максимальную выручку от их продажи.

| Номер цеха | Время на производство сыра, час |           | Время, отведенное цехами на производство, час/мес. |
|------------|---------------------------------|-----------|--|
|            | “Приятный”                      | “Смачный” |  |
| 1          | 2                               | 7         | 66   |
| 2          | 3                               | 5         | 45   |
| 3          | 2                               | 4         | 58   |

|                         |      |      |    |
|-------------------------|------|------|----|
| 4                       | 1    | 6    | 72 |
| Оптовая цена,<br>руб./т | 7800 | 8400 |    |

7. По предписанию врача пациенту необходимо перейти на диету и за сезон употребить питательные вещества, содержащиеся в фруктах и ягодах, в количествах, указанных в таблице.

| Вещества       | Содержание питательных веществ |       | Нормы потребления,<br>г - не менее |
|----------------|--------------------------------|-------|------------------------------------|
|                | Яблоки                         | Ягоды |                                    |
| P <sub>1</sub> | 3                              | 1     | 18                                 |
| P <sub>2</sub> | 1                              | 2     | 20                                 |
| P <sub>3</sub> | 2                              | 5     | 40                                 |
| P <sub>4</sub> | 0                              | 2     | 14                                 |
| P <sub>5</sub> | 2                              | 4     | 32                                 |
| Цена, руб./кг  | 30                             | 40    |                                    |

Определите, какое количество фруктов и ягод необходимо купить за сезон, чтобы выполнить предписание врача с минимальными расходами.

8. Торговое предприятие реализует 2 группы товаров А и В. Нормы затрат ресурсов на каждый тип товаров, лимиты ресурсов, а также доход на единицу каждой продукции заданы в таблице. Определить плановый объем продаж и структуру товарооборот: так, чтобы доход торгового предприятия был максимален.

| Виды ресурсов                               | Норма затрат ресурсов<br>на 1 ед. товара |                    | Лимит ресурсов |
|---|--|--------------------|----------------|
|   | Товары<br>группы А                       | Товары группы<br>В |                |
| Рабочее время продавцов, чел.-час           | 0,2                                      | 3                  | 24             |
| Площадь торговых задов, м <sup>2</sup>      | 0,5                                      | 0,1                | 5              |
| Площадь складских помещений, м <sup>2</sup> | 3  | 1                  | 32             |
| Накладные расходы, руб.                     | 5  | 4                  | 75             |
| Доход на ед. продукции, руб.                | 4  | 3                  |                |

9. При откорме каждое животное должно получить не менее 12 ед. белков, 9 ед. углеводов и 13 ед. жиров. Для составления рациона используют два вида корма, представленные в следующей таблице.

| Питательные вещества | Количество единиц питательных веществ на 1 кг |         |
|----------------------|---|---------|
|                      | Корма 1                                       | Корма 2 |
| Белки                | 3   | 1       |
| Углеводы             | 1   | 2       |
| Жиры                 | 2   | 5       |

Стоимость 1 кг корма первого вида — 4 ден. ед., второго — 6 ден. ед. Составьте дневной рацион питательности, имеющий минимальную стоимость.

10. Фирма изготавливает два вида красок: для внутренних (В) и для наружных (Н) работ. Для их производства используют исходные продукты: пигмент и олифу. Расходы исходных продуктов и максимальные суточные запасы приведены в таблице.

| Исходный продукт | Расход исходных продуктов на 1 т краски |          | Суточный запас, т |
|------------------|---|----------|-------------------|
|                  | Краска Н                                | Краска В |                   |
| Пигмент          | 1                                       | 2        | 14                |
| Олифа            | 2                                       | 1        | 18                |

Изучение рынка сбыта показало, что суточный спрос на краску для наружных работ никогда не превышает 4 т в сутки. Цена продажи 1 кг краски для наружных работ — 60 руб., а для внутренних работ — 90 руб.

Какое количество краски каждого вида должна производить фирма, чтобы доход от реализации продукции был максимальным?

11. Предприятие должно выпускать два вида продукции — I и II, используя при этом последовательно четыре станка. Данные о технологическом процессе указаны в следующей таблице.

| Станок                   | Трудоемкость на 1 ед. продукции |    | Фонд времени, час |
|--------------------------|---------------------------------|----|-------------------|
|                          | I                               | II |                   |
| 1                        | 3                               | 3  | 15                |
| 2                        | 2                               | 6  | 18                |
| 3                        | 4                               | 0  | 16                |
| 4                        | 1                               | 2  | 8                 |
| Прибыль на ед. продукции | 2                               | 3  |                   |

Составьте план выпуска продукции, обеспечивающий предприятию наибольшую прибыль.

12. Телевизионный завод выпускает 2 вида телевизоров, причем суточное плановое задание составляет не менее 100 телевизоров серии ТВ-1 и 80 телевизоров серии ТВ-2.

Суточные ресурсы фабрики следующие: 800 ед. производственного оборудования, 600 ед. сырья и 480 ед. электроэнергии, расход которых на производство одного телевизора каждого типа представлены в таблице.

| Ресурсы | Телевизоры |      |
|---------|------------|------|
|         | ТВ-1       | ТВ-2 |
|         |            |      |

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Оборудование   | 2 | 4 |
| Сырье          | 3 | 2 |
| Электроэнергия | 4 | 1 |

Себестоимость каждой серии телевизора соответственно равна: ТВ-1 - 6400 руб., ТВ-2 - 8200 руб.

Необходимо определить, сколько телевизоров каждого виг следует выпустить, чтобы общая стоимость выпускаемой продукции была максимальной.

**13.** Для приобретения оборудования, размещаемого на производственной площади  $32 \text{ м}^2$ , фирма выделяет 24 тыс. руб.

Имеются единицы оборудования двух типов: оборудование типа А стоимостью 3 тыс. руб., требующее производственную площадь  $8 \text{ м}^2$  и имеющее производительность 4 тыс. единиц продукции за смену, и типа Б стоимостью 6 тыс. руб., занимающее производственную площадь  $5 \text{ м}^2$  и имеющее производительность 5 тыс. единиц продукции за смену.

Требуется рассчитать оптимальный вариант приобретения оборудования, обеспечивающий максимум производительности участка.

**14.** Для изготовления двух видов продукции P1 и P2 используют следующие ресурсы: S1, S2, S3, S4. Запасы ресурсов и затраты каждого на единицу продукции приведены в таблице.

| Ресурс | Запас ресурса | Число ед. ресурсов, затрачиваемых на изготовление ед. продукции |                |
|--------|---------------|---|----------------|
|        |               | P <sub>1</sub>  | P <sub>2</sub> |
| S1     | 21            | 1   | 3              |
| S2     | 18            | 2   | 1              |
| S3     | 6             | -   | 1              |
| S4     | 15            | 3   | 5              |

Прибыль, получаемая от единицы продукции P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>, — соответственно 2 и 5 руб.

Составить такой план производства продукции, при котором прибыль от ее реализации будет максимальной.

**15.** Для кормления птицы используется два типа корма, содержащие питательные вещества — витамины А, В, С. Содержание числа единиц витаминов в 1 кг каждого вида корма и необходимый минимум их приведен в таблице (цифры условные).

| Витамин | Необходимый минимум витамина | Число ед. витамина в 1 кг корма |          |
|---------|------------------------------|---------------------------------|----------|
|         |                              | 1-й корм                        | 2-й корм |
| А       | 9                            | 3                               | 1        |
| В       | 8                            | 1                               | 2        |
| С       | 12                           | 1                               | 6        |

Стоимость 1 кг корма 1-го и 2-го типов соответственно 4 и 6 руб.

Необходимо составить дневной рацион, имеющий минимальную стоимость, в котором содержание каждого вида питательных веществ (витаминов) было бы не менее установленных пределов.

**16.** Звероферма выращивает черно-бурых лисиц и песцов. На звероферме имеется 10 000 клеток. В одной клетке могут быть либо две лисы, либо 1 песец. По плану на ферме должно быть не менее 3000 лис и 6000 песцов. В одни сутки каждой лисе необходимо выдавать 4 ед. корма, а каждому песцу — 5 ед. Ферма ежедневно может иметь не более 200 000 ед. корма. От реализации одной шкурки лисы ферма получает прибыль 10 ден. ед., а от реализации одной шкурки песца — 5 ден. ед. Какое количество лисиц и песцов нужно держать на ферме, чтобы получить наибольшую прибыль?

**17.** Цех выпускает в смену трансформаторы двух видов. Для их изготовления используются железо и проволока. Общий запас железа — 24 т, проволоки — 18 т. На один трансформатор первого вида расходуются 3 кг железа и 3 кг проволоки, а на один трансформатор второго вида — 4 кг железа и 2 кг проволоки. За каждый реализованный трансформатор первого вида завод получает прибыль 3 ден. ед., второго — 4 ден. ед.

Составьте план выпуска трансформаторов, обеспечивающий заводу максимальную прибыль в смену, если в смену должно выпускаться не менее 4 трансформаторов 1-го вида.

**18.** Фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входят 300 г азотных, 400 г фосфорных и 100 г калийных удобрений, а в улучшенный — 200 г азотных, 600 г фосфорных и 200 г калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется не менее 10 кг азотных, 20 кг фосфорных и 7 кг калийных удобрений. Обычный набор стоит 30 руб., а улучшенный — 40 руб. Сколько и каких наборов удобрений надо купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?

**19.** Фирма производит две модели шкафов - А и В. Их производство ограничено наличием сырья (высококачественных досок) и временем машинной обработки. Для каждого изделия модели А требуется 3 м<sup>2</sup> досок, а для изделия модели В — 4 м<sup>2</sup>. Фирма может получать от своих поставщиков до 1700 м<sup>2</sup> досок в неделю. Для каждого изделия модели А требуется 12 мин машинного времени, а для изделия модели В — 30 мин. В неделю можно использовать 160 ч машинного времени. Сколько изделий каждой модели следует выпускать фирме в неделю, если каждое изделие модели А приносит 2 руб. прибыли, а каждое изделие модели В — 4 руб. прибыли?

**20.** Для изготовления изделий А и В используются три вида сырья. На производство одного изделия А требуется: сырья первого вида — 8 кг, второго — 5 кг и третьего — 4 кг. На производство одного изделия В требуется затратить: сырья первого вида — 6 кг, второго — 7 кг и третьего — 3 кг.

Производство обеспечено сырьем первого вида в количестве 182 кг, второго вида — 140 кг, третьего вида — 154 кг. Стоимость одного изделия А равна 10 руб., изделия В — 12 руб.

Составить оптимальный план выпуска продукции при ограничении по ассортименту. План предусматривает выпуск не менее 12 изделий А и 10 изделий В.

**20.** Для изготовления изделий А и В используются три вида сырья. На производство одного изделия А требуется: сырья первого вида — 8 кг, второго — 5 кг и третьего — 4 кг. На производство одного изделия В требуется затратить: сырья первого вида — 6 кг, второго — 7 кг и третьего — 3 кг.

Производство обеспечено сырьем первого вида в количестве 182 кг, второго вида — 140 кг, третьего вида — 154 кг. Стоимость одного изделия А равна 10 руб., изделия В — 12 руб.

Составить оптимальный план выпуска продукции без ограничения по ассортименту.

### Лабораторная работа №11

Решение задачи о назначениях с использованием табличного процессора Excel.

#### Необходимо:

1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель задачи о назначениях: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.

2). Ввести исходные данные в шаблон Excel в файле «Шаблон менеджеры».

3). Открыть команду «Поиск решения», задать ячейки целевой функции, искомых переменных, ввести ограничения. Получить решение задачи.

Служба занятости имеет в наличии в разных отделах шесть вакантных мест по разным специальностям (PR-менеджер, бренд-менеджер, маркетолог, менеджер по логистике, офис-менеджер, референт), на которые претендуют семь человек (Шахбан, Джамбулат, Патимат, Сакинат, Султан, Джамиля, и Наида). Проведено тестирование претендентов, результаты которого представлены в виде матрицы.

Распределить претендентов на вакантные места таким образом, чтобы на каждое место был назначен человек с наибольшим набранным по тестированию баллом по десятибалльной шкале, причем балл, равный единице, означает неудовлетворительный уровень компетенций претендента, а балл равный десяти - чрезвычайно высокий уровень компетенций.

В таблице 1а отражена структура данных, а в таблице 1б приведены количественные данные для различных вариантов.

Служба занятости должна принять решение о расстановке специалистов по специальностям, Такое, чтобы максимально использовать компетенции претендентов.

Отчет должен содержать:

задание;

описание задачи линейного программирования и ее математической модели;

листинг с аналитическим решением задачи средствами Excel.



Таблица 1а

|             |           | Вакансии в отделах: |                |            |                       |               |          |
|-------------|-----------|---------------------|----------------|------------|-----------------------|---------------|----------|
|             |           | PR-менеджер         | бренд-менеджер | маркетолог | менеджер по логистике | офис-менеджер | референт |
| Претенденты | Шахбан    |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Джамбулат |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Патимат   |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Сакинат   |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Султан    |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Джамиля   |                     |                |            |                       |               |          |
|             | Наида     |                     |                |            |                       |               |          |

Таблица 1б

| Вариант 1 |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|
| 5         | 6  | 9  | 6  | 5  | 5  |
| 4         | 2  | 8  | 1  | 4  | 2  |
| 6         | 9  | 1  | 5  | 1  | 2  |
| 6         | 2  | 5  | 6  | 10 | 6  |
| 7         | 6  | 3  | 8  | 4  | 6  |
| 4         | 7  | 1  | 7  | 1  | 7  |
| 9         | 1  | 9  | 3  | 5  | 2  |
| Вариант 2 |    |    |    |    |    |
| 7         | 9  | 6  | 6  | 5  | 6  |
| 6         | 5  | 7  | 4  | 9  | 8  |
| 2         | 10 | 10 | 10 | 5  | 2  |
| 9         | 6  | 3  | 4  | 10 | 2  |
| 1         | 7  | 10 | 7  | 7  | 6  |
| 3         | 10 | 9  | 1  | 1  | 8  |
| 2         | 10 | 3  | 3  | 4  | 10 |
| Вариант 3 |    |    |    |    |    |
| 6         | 6  | 10 | 7  | 8  | 7  |
| 9         | 2  | 2  | 2  | 6  | 5  |
| 8         | 1  | 9  | 4  | 1  | 8  |
| 8         | 10 | 5  | 5  | 5  | 1  |
| 4         | 5  | 1  | 5  | 5  | 2  |
| 3         | 8  | 9  | 6  | 2  | 10 |
| 2         | 10 | 9  | 3  | 6  | 10 |
| Вариант 4 |    |    |    |    |    |
| 6         | 3  | 3  | 1  | 7  | 6  |
| 2         | 2  | 5  | 9  | 6  | 3  |
| 2         | 3  | 6  | 1  | 8  | 5  |
| 2         | 6  | 8  | 6  | 6  | 3  |

|           |   |    |   |   |   |
|-----------|---|----|---|---|---|
| 1         | 8 | 8  | 2 | 4 | 3 |
| 4         | 5 | 3  | 1 | 3 | 3 |
| 10        | 6 | 3  | 8 | 1 | 1 |
| Вариант 5 |   |    |   |   |   |
| 9         | 2 | 3  | 4 | 1 | 4 |
| 5         | 5 | 1  | 4 | 5 | 1 |
| 1         | 2 | 10 | 8 | 2 | 6 |
| 9         | 7 | 5  | 1 | 1 | 4 |
| 2         | 8 | 4  | 8 | 9 | 7 |
| 6         | 9 | 2  | 8 | 9 | 1 |
| 9         | 8 | 2  | 5 | 6 | 8 |

Всего 27 вариантов

### Лабораторная работа №12

Решение задачи коммивояжера с использованием табличного процессора Excel

Имеется 9 городов. Задана матрица расстояний между городами, каждый элемент которой определяет расстояние  $C_{i,j}$  между  $i$  – тым и  $j$  – тым городами (Таблица 1). Коммивояжер выезжает из какого-либо города и должен посетить все города, побывав в каждом только один раз и вернуться в исходный город. Ставится задача определить такую последовательность объезда городов, или маршрут, при которой суммарная длина маршрута была бы минимальной.

Коммивояжер или переезжает из города  $i$  в город  $j$  или нет. Коммивояжер только один раз выезжает из города и только один раз въезжает в город. Маршрут движения коммивояжера замкнут и отсутствуют подциклы (несвязанные между собой).

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- задание;
- описание математической модели задачи;
- результаты аналитического решения задачи.

Таблица 1

|           |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Вариант 1 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1000000   | 16      | 42      | 28      | 13      | 25      | 15      | 36      | 15      |
| 15        | 1000000 | 34      | 8       | 21      | 29      | 16      | 9       | 34      |
| 37        | 31      | 1000000 | 19      | 22      | 11      | 24      | 24      | 14      |
| 23        | 11      | 17      | 1000000 | 32      | 19      | 5       | 18      | 5       |
| 14        | 24      | 23      | 31      | 1000000 | 12      | 27      | 36      | 30      |
| 29        | 27      | 18      | 23      | 12      | 1000000 | 25      | 24      | 26      |
| 12        | 21      | 25      | 7       | 22      | 21      | 1000000 | 28      | 23      |
| 39        | 5       | 23      | 23      | 31      | 30      | 25      | 1000000 | 15      |
| 13        | 36      | 10      | 5       | 29      | 33      | 16      | 14      | 1000000 |
| Вариант 2 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1000000   | 17      | 39      | 28      | 13      | 2       | 13      | 38      | 15      |
| 17        | 1000000 | 36      | 6       | 20      | 23      | 17      | 10      | 37      |

|           |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 38        | 34      | 1000000 | 17      | 19      | 17      | 26      | 20      | 11      |
| 23        | 8       | 18      | 1000000 | 33      | 22      | 8       | 20      | 7       |
| 16        | 21      | 19      | 33      | 1000000 | 39      | 23      | 33      | 27      |
| 7         | 25      | 14      | 23      | 30      | 1000000 | 24      | 24      | 24      |
| 10        | 17      | 28      | 4       | 23      | 18      | 1000000 | 30      | 20      |
| 34        | 8       | 22      | 22      | 31      | 30      | 28      | 1000000 | 13      |
| 17        | 34      | 13      | 5       | 27      | 34      | 16      | 10      | 1000000 |
| Вариант 3 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1000000   | 15      | 38      | 28      | 18      | 4       | 16      | 36      | 17      |
| 18        | 1000000 | 31      | 11      | 22      | 27      | 18      | 10      | 34      |
| 37        | 35      | 1000000 | 16      | 24      | 13      | 28      | 20      | 14      |
| 23        | 12      | 14      | 1000000 | 30      | 20      | 8       | 22      | 14      |
| 12        | 19      | 21      | 33      | 1000000 | 9       | 26      | 33      | 29      |
| 5         | 27      | 19      | 27      | 7       | 1000000 | 24      | 23      | 27      |
| 14        | 19      | 23      | 5       | 26      | 21      | 1000000 | 25      | 18      |
| 34        | 6       | 27      | 19      | 32      | 28      | 26      | 1000000 | 11      |
| 15        | 30      | 10      | 12      | 28      | 33      | 16      | 9       | 1000000 |
| Вариант 4 |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1000000   | 20      | 38      | 24      | 15      | 3       | 16      | 40      | 12      |
| 21        | 1000000 | 36      | 12      | 19      | 24      | 18      | 6       | 35      |
| 36        | 33      | 1000000 | 16      | 25      | 15      | 29      | 19      | 9       |
| 25        | 13      | 16      | 1000000 | 30      | 22      | 8       | 20      | 8       |
| 14        | 23      | 18      | 31      | 1000000 | 11      | 28      | 6       | 26      |
| 4         | 26      | 15      | 25      | 13      | 1000000 | 21      | 25      | 30      |
| 15        | 18      | 28      | 8       | 26      | 19      | 1000000 | 28      | 17      |
| 35        | 9       | 26      | 4       | 28      | 28      | 29      | 1000000 | 13      |
| 18        | 36      | 10      | 8       | 25      | 35      | 21      | 11      | 1000000 |

Всего 27 вариантов

### Лабораторная работа № 13.

Бескритериальная формализация предпочтений. Поиск минимального расстояния в пространстве ранжировок.

Четыре эксперта 1, 2, 3 и 4 дали ранжировки трех объектов а, b и с. Эти ранжировки для различных вариантов заданий приведены в таблице 1.

Таблица 1

| № варианта | Эксперт 1          | Эксперт 2           | Эксперт 3           | Эксперт 4          |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 1.         | $a \succ b \sim c$ | $a \succ b \sim c$  | $c \succ a \sim b$  | $b \succ c \sim a$ |
| 2.         | $c \succ a \sim b$ | $a \succ c \succ b$ | $b \succ c \succ a$ | $a \sim c \succ b$ |

|     |                     |                     |                     |                     |
|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 3.  | $b \succ a \sim c$  | $a \succ b \sim c$  | $a \sim c \succ b$  | $a \sim b \sim c$   |
| 4.  | $a \sim b \succ c$  | $a \sim b \sim c$   | $b \sim c \succ a$  | $a \succ b \succ c$ |
| 5.  | $c \succ a \succ b$ | $b \succ c \succ a$ | $a \sim c \succ b$  | $c \succ a \succ b$ |
| 6.  | $a \succ c \succ b$ | $a \succ b \succ c$ | $a \succ c \succ b$ | $b \succ c \succ a$ |
| 7.  | $a \sim c \succ b$  | $b \sim c \succ a$  | $a \succ b \sim c$  | $a \sim b \sim c$   |
| 8.  | $a \succ b \succ c$ | $a \sim b \sim c$   | $c \succ a \sim b$  | $c \succ a \sim b$  |
| 9.  | $a \succ b \sim c$  | $b \sim c \succ a$  | $a \sim b \sim c$   | $a \sim b \sim c$   |
| 10. | $b \succ a \sim c$  | $c \succ b \succ a$ | $b \succ a \succ c$ | $a \sim b \sim c$   |
| 11. | $a \sim b \succ c$  | $c \succ a \sim b$  | $a \succ b \sim c$  | $a \sim c \succ b$  |
| 12. | $a \sim c \succ b$  | $a \succ b \succ c$ | $a \succ c \succ b$ | $a \succ c \succ b$ |
| 13. | $b \succ a \sim c$  | $c \succ b \succ a$ | $c \succ b \succ a$ | $b \succ c \succ a$ |
| 14. | $a \succ b \succ c$ | $c \succ a \sim b$  | $b \succ a \sim c$  | $a \sim b \succ c$  |
| 15. | $c \succ a \sim b$  | $c \succ a \sim b$  | $a \sim c \succ b$  | $b \succ c \succ a$ |
| 16. | $c \succ a \succ b$ | $b \succ a \succ c$ | $b \succ a \succ c$ | $b \succ a \sim c$  |
| 17. | $b \succ a \sim c$  | $c \succ a \succ b$ | $a \succ c \succ b$ | $c \succ a \succ b$ |
| 18. | $c \succ b \succ a$ | $c \succ a \sim b$  | $a \succ b \succ c$ | $a \sim c \succ b$  |
| 19. | $c \succ a \sim b$  | $a \succ b \succ c$ | $a \sim b \sim c$   | $a \sim b \sim c$   |
| 20. | $b \sim c \succ a$  | $a \sim b \sim c$   | $b \succ c \succ a$ | $c \succ a \sim b$  |
| 21. | $b \succ a \sim c$  | $a \succ b \succ c$ | $c \succ a \succ b$ | $b \succ c \succ a$ |
| 22. | $a \succ b \succ c$ | $c \succ a \sim b$  | $c \succ a \succ b$ | $b \succ a \sim c$  |
| 23. | $b \succ c \succ a$ | $a \succ b \sim c$  | $b \succ a \succ c$ | $c \succ b \succ a$ |
| 24. | $a \sim b \sim c$   | $a \sim c \succ b$  | $a \succ b \succ c$ | $b \sim c \succ a$  |

Найти медианную и среднюю ранжировки четырех экспертов в полном пространстве трех ранжировок. Для этого необходимо вычислить сумму  $d^u$  расстояний от

каждого элемента пространства ранжировок до четырех экспертных мнений для нахождения медианы, сумму  $d^c$  квадратов - для средней ранжировки. Для вычислений воспользоваться матрицей расстояний Хемминга в пространстве ранжировок трех объектов, приведенной в Приложении 1.

Результаты вычислений свести в таблицу, из которой выбрать медианную ранжировку (ранжировки) и среднюю ранжировку.

|                | A <sup>1</sup> | A <sup>2</sup> | A <sup>3</sup> | A <sup>4</sup> | A <sup>5</sup> | A <sup>6</sup> | A <sup>7</sup> | A <sup>8</sup> | A <sup>9</sup> | A <sup>10</sup> | A <sup>11</sup> | A <sup>12</sup> | A <sup>13</sup> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| d <sup>μ</sup> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |
| d <sup>c</sup> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                 |                 |                 |                 |

Отчет должен содержать:

- задание,
- описание последовательности выполненных операций,
- выводы об обобщенном (оптимальном) экспертном решении о предпочтительности выбранного объекта экспертизы.

## Приложение 1.

### Матрица расстояний в пространстве ранжировок трех объектов\*

|                | A <sup>1</sup> | A <sup>2</sup> | A <sup>3</sup> | A <sup>4</sup> | A <sup>5</sup> | A <sup>6</sup> | A <sup>7</sup> | A <sup>8</sup> | A <sup>9</sup> | A <sup>10</sup> | A <sup>11</sup> | A <sup>12</sup> | A <sup>13</sup> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| A <sup>1</sup> | 0              | 2              | 2              | 2              | 2              | 2              | 2              | 3              | 3              | 3               | 3               | 3               | 3               |
| A <sup>2</sup> | 2              | 0              | 4              | 4              | 2              | 2              | 4              | 1              | 3              | 1               | 3               | 5               | 5               |
| A <sup>3</sup> | 2              | 4              | 0              | 4              | 2              | 4              | 2              | 3              | 1              | 3               | 5               | 1               | 3               |
| A <sup>4</sup> | 2              | 4              | 4              | 0              | 4              | 2              | 2              | 5              | 5              | 3               | 1               | 3               | 1               |
| A <sup>5</sup> | 2              | 2              | 2              | 4              | 0              | 4              | 4              | 1              | 1              | 3               | 5               | 3               | 5               |
| A <sup>6</sup> | 2              | 2              | 4              | 2              | 4              | 0              | 4              | 3              | 5              | 1               | 1               | 5               | 3               |
| A <sup>7</sup> | 2              | 4              | 2              | 2              | 4              | 4              | 0              | 5              | 3              | 5               | 3               | 1               | 1               |
| A <sup>8</sup> | 3              | 1              | 3              | 5              | 1              | 3              | 5              | 0              | 2              | 2               | 4               | 4               | 6               |
| A <sup>9</sup> | 3              | 3              | 1              | 5              | 1              | 5              | 3              | 2              | 0              | 4               | 6               | 2               | 4               |

|          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A^{10}$ | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 | 2 | 4 | 0 | 2 | 6 | 4 |
| $A^{11}$ | 3 | 3 | 5 | 1 | 5 | 1 | 3 | 4 | 6 | 2 | 0 | 4 | 2 |
| $A^{12}$ | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 | 4 | 2 | 6 | 4 | 0 | 6 |
| $A^{13}$ | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 3 | 1 | 6 | 4 | 4 | 2 | 6 | 0 |

\*матрица получена представлением всевозможных упорядочений трех объектов\*\*  
a, b и c в виде матриц парных сравнений\*\*\* и вычислением расстояний Хемминга по формуле:

$$d(A^k, A^h) = 1/2(\sum \text{abs}(a_{ij}^k - a_{ij}^h)),$$

где:

$a_{ij}^k$  – таблица парных сравнений ранжировки  $A^k$ ,

$a_{ij}^h$  – таблица парных сравнений ранжировки  $A^h$ ,

$i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,n$  – номера строк и столбцов соответствующих матриц парных сравнений.

\*\* 1.  $a \sim b \sim c$ ; 2.  $a \sim b \succ c$ ; 3.  $a \sim c \succ b$ ; 4.  $b \sim c \succ a$ ; 5.  $a \succ b \sim c$ ;

6.  $b \succ a \sim c$ ; 7.  $c \succ a \sim b$ ; 8.  $a \succ b \succ c$ ; 9.  $a \succ c \succ b$ ; 10.  $b \succ a \succ c$ ;

11.  $b \succ c \succ a$ ; 12.  $c \succ a \succ b$ ; 13.  $c \succ b \succ a$ .

\*\*\* 1.  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ; 2.  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 3.  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 4.  $\begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ;

5.  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ ; 6.  $\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 7.  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 8.  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ ;

9.  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 10.  $\begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 11.  $\begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ ; 12.  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ;

13.  $\begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ ;

**Блок Д. Задания для использования в рамках промежуточной аттестации**

## **Д1. Перечень экзаменационных вопросов**

1. Структура допустимого множества и типы решений.
2. Прямая и двойственная задачи линейного программирования.
3. Применение теории нелинейного программирования к задачам линейного программирования.
4. Теоремы двойственности.
5. Экономическая интерпретация двойственных задач.
6. Анализ чувствительности оптимального решения к параметрам задачи линейного программирования.
7. Решение задач линейного программирования симплекс-методом.
8. Транспортные задачи линейного программирования. Определение начального плана. Нахождение оптимального плана.
9. Понятие задачи целочисленного программирования. Типы задач целочисленного программирования. Экономические примеры, формализуемые как задачи целочисленного программирования.
10. Решение задач линейного целочисленного программирования методом отсечения. Алгоритм Гомори.
11. Решение задач целочисленного программирования методом ветвей и границ. Задача коммивояжера.
12. Многокритериальность и недоминируемые решения.
13. Экспертно оцениваемые критерии и их шкалы.
14. Методы шкалирования в многокритериальных задачах оптимизации. Метод парных сравнений.
15. Многокритериальность и недоминируемые решения.
16. Выделение эффективных решений посредством однокритериальной оптимизации. Метод критериальных ограничений.
17. Метод линейной свертки критериев.
18. Вычисление функций принадлежности методом парных сравнений.
19. Свойства бинарных отношений.
20. Классификация и свойства отношений предпочтения.
21. Функция полезности и бинарные отношения.
22. Использование бинарных отношений в задачах выбора.
23. Экспертная информация и меры близости.
24. Поиск минимального расстояния в пространстве упорядочений (ранжировок).

## **Д2. Экзаменационные задачи**

### **Задача 1.**

Найти экстремум функции методом множителей Лагранжа для следующей задачи:

$$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$$

при условиях

$$g_i(x_1, x_2) = x_1 + x_2 = 3,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$$

**Необходимо:**

- проверить условие регулярности области допустимых решений (условие Якоби);
- составить вспомогательную функцию Лагранжа;
- для проверки необходимых условий экстремума составить систему уравнений частных производных функции Лагранжа по всем переменным;
- решить полученную систему уравнений и найти все точки подозрительные на экстремум;
- для всех точек подозрительных на экстремум проверить достаточные условия локального экстремума, проанализировав знакоопределенность окаймленной матрицы Гессе.

### Задача 2.

В следующей словесно сформулированной задаче требуется:

1) составить математическую модель линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств.

2) изобразить графически множество допустимых планов. Составить таблицу соответствия допустимых базисных решений и вершин многоугольника допустимых планов;

3) найти графическим методом оптимальный план выпуска продукции. По заданию преподавателя провести исследование на чувствительность оптимального решения к вариациям одного из параметров задачи.

Фирма выпускает два вида продукции: шапки и шарфы. Требуется определить, какое количество шапок и шарфов можно изготовить из наличных ресурсов (время, шерсть, хлопок, полиэстер) указанных в табл. 1 так, чтобы обеспечить максимальную прибыль, если за шарф фирма установила цену за шарф, равную 2-м денежным единицам, а за шапку – 3-м денежным единицам.

Таблица 1

| Вид ресурса | Запас ресурса | Число единиц ресурса, затрачиваемое на изготовление единицы продукции |
|-------------|---------------|---|
|             |               |   |



|                               |    | Р1-шарф | Р2-шапка |
|-------------------------------|----|---------|----------|
| S1- трудоем-<br>кость (время) | 18 | 1       | 3        |
| S2-хлопок                     | 16 | 2       | 1        |
| S3-шерсть                     | 5  | 0       | 1        |
| S4-полиэстер                  | 21 | 3       | 0        |

### Задача 3.

В следующей словесно сформулированной задаче требуется:

1) составить математическую модель линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств.

2) изобразить графически множество допустимых планов. Составить таблицу соответствия допустимых базисных решений и вершин многоугольника допустимых планов;

3) найти графическим методом оптимальный план выпуска продукции. По заданию преподавателя провести исследование на чувствительность оптимального решения к вариациям одного из параметров задачи;

На трех станках обрабатываются детали двух видов: А и В, причем каждая деталь проходит обработку на всех станках. Известно время обработки детали на каждом станке, время работы станков в течение одного цикла производства и прибыль от продажи одной детали каждого вида. Данные приведены в таблице.

| Станки                        | Время обра-<br>ботки детали |   | Время работы станка<br>за 1 цикл |
|-------------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|
|                               | А                           | В |                                  |
| I                             | 1                           | 2 | 16                               |
| II                            | 1                           | 1 | 10                               |
| III                           | 3                           | 1 | 24                               |
| Прибыль на 1 деталь, усл. ед. | 4                           | 2 |                                  |

### Задача 4.

Предприятие изготавливает и реализует два вида продукции с ценами  $c_1$  и  $c_2$ . Для производства продукции используются четыре вида ресурсов. Расходы каждого из ресурсов на изготовление одного изделия составляют соответственно  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  и  $a_4$ . Переменные  $x_1$  и  $x_2$  - целые (количество производимых изделий целочисленное).

**Необходимо:**

1). Используя словесное описание задачи составить её математическую модель: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений.

2). Ввести исходные данные во вкладку «Прямая задача» шаблона Excel в файле «Шаблон к двойственной задаче».

3). Открыть команду «Поиск решения», задать ячейки целевой функции, искомых переменных, ввести ограничения. Получить решение задачи.

4). Провести анализ отчетов о результатах, пределах и устойчивости, полученных с помощью табличного процессора Excel.

| № вар. | Целевая функц.<br>$Z$ |       |         | Ограничение 1 |       |             | Ограничение 2 |       |             | Ограничение 3 |       |             | Ограничение 4 |       |             |
|--------|-----------------------|-------|---------|---------------|-------|-------------|---------------|-------|-------------|---------------|-------|-------------|---------------|-------|-------------|
|        | $c_1$                 | $c_2$ | max-min | $a_1$         | $a_2$ | $\leq \geq$ | $a_1$         | $a_2$ | $\leq \geq$ | $a_1$         | $a_2$ | $\leq \geq$ | $a_1$         | $a_2$ | $\leq \geq$ |
| 1.     | 2                     | 3     | max     | 1             | 2     | $\geq 4$    | 2             | -1    | $\geq 9$    | 5             | 3     | $\leq 30$   | 4             | 7     | $\leq 28$   |

**Задача 5.**

**Необходимо:**

1). Используя словесное описание задачи, изложенной ниже составить математическую модель линейного программирования: записать целевую функцию и систему уравнений, порождаемую системой ограничений-неравенств.

2). Ввести исходные данные в шаблон Excel во вкладке «Прямая задача» в файле «Шаблон к двойственной задаче». Как это сделать описано в самом шаблоне.

3). Открыть команду «Поиск решения», проверить адреса ячеек целевой функции, искомых переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение прямой задачи.

4). Перейти на вкладку «Двойственная задача» и ввести исходные данные в шаблон Excel. Как это сделать описано в самом шаблоне.

5). Затем вновь открыть команду «Поиск решения», проверить адреса ячеек целевой функции, искомых переменных и ограничений. В случае необходимости внести изменения. Получить решение двойственной задачи.

б) Убедиться в правильности решения прямой и двойственной задач сравнением значений целевых функций в точке экстремума. Эти значения должны совпасть.

7). Сделать сопоставление переменных, ограничений и целевых функций прямой и двойственной задач линейного программирования так, как это сделано на вкладке «Двойственная задача» в файле «Пример выполнения задания 7».

Для изготовления изделий А и В используются три вида сырья. На производство одного изделия А требуется: сырья первого вида — 8 кг, второго — 5 кг и третьего — 4 кг. На производство одного изделия В требуется затратить: сырья первого вида — 6 кг, второго — 7 кг и третьего — 3 кг.

Производство обеспечено сырьем первого вида в количестве 182 кг, второго вида — 140 кг, третьего вида — 154 кг. Стоимость одного изделия А равна 10 руб., изделия В — 12 руб.

Составить оптимальный план выпуска продукции без ограничения по ассортименту.

### **РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Балльно-рейтинговая система является базовой системой оценивания сформированности компетенций обучающихся.

Итоговая оценка сформированности компетенции(й) обучающихся в рамках балльно-рейтинговой системы осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и определяется как сумма баллов, полученных обучающимися в результате прохождения всех форм контроля.

Оценка сформированности компетенции(й) по дисциплине складывается из двух составляющих:

- ✓ первая составляющая – оценка преподавателем сформированности компетенции(й) в течение семестра в ходе текущего контроля успеваемости (максимум 100 баллов). Структура первой составляющей определяется технологической картой дисциплины, которая в начале семестра доводится до сведения обучающихся;
- ✓ вторая составляющая – оценка сформированности компетенции(й) обучающихся на экзамене (максимум – 30 баллов).

| <b>уровни освоения компетенций</b> | <b>продвинутый уровень</b> | <b>базовый уровень</b> | <b>пороговый уровень</b> | <b>допороговый уровень</b> |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>100 – балльная шкала</b>        | 85 и $\geq$                | 70 – 84                | 51 – 69                  | 0 – 50                     |
| <b>4 – балльная шкала</b>          | «отлично»                  | «хорошо»               | «удовлетворительно»      | «неудовлетворительно»      |

**Шкала оценок при текущем контроле успеваемости  
по различным показателям**

| <i><b>Показатели оценивания сформированности компетенций</b></i> | <i><b>Баллы</b></i> | <i><b>Оценка</b></i>  |
|--|---------------------|---|
| Выполнение практических заданий                                  | 0-15                | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |
| Ответы на теоретические вопросы                                  | 0-10                | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |
| Выполнение проектов  | 0-10                | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |
| Выполнение лабораторных заданий                                  | 0-20                | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |
| Контрольная работа   | 0-30                | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |

**Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций  
по текущему контролю успеваемости**

| <i><b>Баллы</b></i> | <i><b>Оценка</b></i>  | <i><b>Уровень освоения компетенций</b></i> | <i><b>Критерии оценивания</b></i>  |
|---------------------|-----------------------|--|--|
| 0-50                | «неудовлетворительно» | Допороговый уровень                        | Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины   |
| 51-69               | «удовлетворительно»   | Пороговый уровень                          | Не менее 50% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены без существенных ошибок   |
| 70-84               | «хорошо»              | Базовый уровень                            | Обучающимся выполнено не менее 75% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, или при выполнении всех заданий допущены незначительные ошибки; обучающийся |

|        |           |                     |  |
|--------|-----------|---------------------|--|
|        |           |                     | показал владение навыками систематизации материала и применения его при решении практических заданий; задания выполнены без ошибок   |
| 85-100 | «отлично» | Продвинутый уровень | 100% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены самостоятельно и в требуемом объеме; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал и применять его при решении практических заданий; задания выполнены с подробными пояснениями и аргументированными выводами |

### Шкала оценок по промежуточной аттестации

| <i>Наименование формы промежуточной аттестации</i> | <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i>   |
|--|--------------|---|
| Экзамен  | 0-30         | «неудовлетворительно»<br>«удовлетворительно»<br>«хорошо»<br>«отлично» |

### Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций по промежуточной аттестации обучающихся

| <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i>         | <i>Уровень освоения компетенций</i> | <i>Критерии оценивания</i>   |
|--------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| 0-9          | «неудовлетворительно» | Допороговый уровень                 | Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; обучающийся не смог ответить на вопросы  |
| 10-16        | «удовлетворительно»   | Пороговый уровень                   | Обучающийся дал неполные ответы на вопросы, с недостаточной аргументацией, практические задания выполнены не полностью, компетенции, осваиваемые в процессе изучения дисциплины сформированы не в полном объеме. |
| 17-24        | «хорошо»              | Базовый уровень                     | Обучающийся в целом приобрел знания и умения в рамках осваиваемых в процессе обучения по дисциплине компетенций; обучающийся ответил на все  |

|       |           |                     |   |
|-------|-----------|---------------------|---|
|       |           |                     | вопросы, точно дал определения и понятия, но затрудняется подтвердить теоретические положения практическими примерами; обучающийся показал хорошие знания по предмету, владение навыками систематизации материала и полностью выполнил практические задания   |
| 25-30 | «отлично» | Продвинутый уровень | Обучающийся приобрел знания, умения и навыки в полном объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; терминологический аппарат использован правильно; ответы полные, обстоятельные, аргументированные, подтверждены конкретными примерами; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал и выполняет практические задания с подробными пояснениями и аргументированными выводами |

#### **РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций**

Устный опрос проводится в первые 15 минут занятий семинарского типа в формате обсуждения с названными преподавателем студентами. Остальные обучающиеся вправе дополнить или уточнить ответ по своему желанию (соблюдая очередность ответа). Основной темой для опроса являются вопросы для обсуждения, соответствующие теме предыдущей лекции, но преподаватель может уточнять задаваемый вопрос, задавать наводящие вопросы или сужать вопрос до отдельного аспекта обсуждаемой темы.

#### **Методика оценивания ответов на устные вопросы**

| <i><b>Баллы</b></i> | <i><b>Оценка</b></i> | <i><b>Показатели</b></i>  | <i><b>Критерии</b></i>  |
|---------------------|----------------------|---|---|
| 9-10                | «отлично»            | 1. Полнота данных ответов;<br>2. Правильность ответов на вопросы. | Полно и аргументировано даны ответы по содержанию задания. Обнаружено понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры. Изложение материала последовательно и правильно. |
| 7-8                 | «хорошо»             |   | Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.   |

|     |                       |  |  |
|-----|-----------------------|--|--|
| 5-6 | «удовлетворительно»   |  | Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:<br>1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;<br>2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;<br>3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. |
| 0-4 | «неудовлетворительно» |  | Студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.   |

Практические задания выполняются непосредственно во время занятий семинарского типа (одно задание на одну пару согласно текущей тематике занятия). Студенты должны выполнять задание самостоятельно, но имеют возможность обратиться к преподавателю за разъяснениями постановки задачи или оценкой правильности представленного решения. Если преподаватель вынужден разъяснять аспекты непосредственного выполнения задания, то это негативно отражается на оценке выполняющего задание студента.

### Методика оценивания выполнения практических заданий

| <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i>         | <i>Показатели</i>   | <i>Критерии</i>   |
|--------------|-----------------------|---|---|
| 13-15        | «отлично»             | 1. Полнота выполнения практического задания;<br>2. Своевременность выполнения задания;<br>3. Самостоятельность решения. | Основные требования к выполнению задания выполнены. Продемонстрировано умение анализировать ситуацию и находить оптимальное количество решений, умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для достижения поставленной цели   |
| 10-12        | «хорошо»              |   | Основные требования к выполнению задания реализованы, но при этом допущены недочеты. В частности, недостаточно раскрыты навыки критического оценивания различных точек зрения, осуществление самоанализа, самоконтроля и самооценки, креативности, нестандартности предлагаемых решений |
| 6-9          | «удовлетворительно»   |   | Имеются существенные отступления от выполнения работы. В частности, отсутствуют навыки умения моделировать решения в соответствии с заданием, представлять различные подходы к разработке планов действий, ориентированных на конечный результат  |
| 0-5          | «неудовлетворительно» |   | Задача выполнения работы не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы  |
|              |                       |   |   |

Контрольная работа оформляется обучающимися в письменном виде и сдается преподавателю в электронной форме с помощью системы дистанционного обучения «Прометей», входящей в состав электронной информационно-образовательной среды Дагестанского государственного университета народного хозяйства.

На выполнение контрольной работы отводится 60-80 минут. Контрольная работа должна быть выполнена студентом самостоятельно.

### Методика оценивания письменных контрольных работ

| <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i>         | <i>Показатели</i>   | <i>Критерии</i>  |
|--------------|-----------------------|---|--|
| 25-30        | «отлично»             | Полнота данных ответов;<br>Правильность ответов на вопросы. | Полно и аргументировано даны ответы по содержанию задания. Обнаружено понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры. Изложение материала последовательно и правильно.  |
| 19-24        | «хорошо»              |   | Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.  |
| 15-18        | «удовлетворительно»   |   | Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:<br>1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;<br>2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;<br>3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. |
| 0-14         | «неудовлетворительно» |   | Студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.   |

Лабораторные работы выполняются в специализированной аудитории во время лабораторных занятий. Предусмотрено выполнение одной лабораторной работы в течение одного занятия согласно текущей тематике. Студенты должны выполнять задание самостоятельно, но имеют возможность обратиться к преподавателю за разъяснениями постановки задачи или оценкой правильности полученного результата. Если преподаватель вынужден разъяснять аспекты непосредственного выполнения шагов лабораторной работы, то это негативно отражается на оценке выполняющего задание студента.

### Методика оценивания выполнения лабораторных работ

| <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i> | <i>Показатели</i> | <i>Критерии</i>                          |
|--------------|---------------|-------------------|--|
| 18-20        | «отлично»     |                   | Основные требования к выполнению задания |



|       |                       |  |   |
|-------|-----------------------|--|---|
|       |                       | Полнота выполнения задания лабораторной работы;<br>Своевременность выполнения задания лабораторной работы;<br>Самостоятельность решения. | лабораторной работы выполнены. Продемонстрировано умение анализировать ситуацию и находить оптимальное количества решений, умение работать с информацией, в том числе умение затребовать дополнительную информацию, необходимую для достижения поставленной цели  |
| 14-17 | «хорошо»              |  | Основные требования к выполнению задания лабораторной работы реализованы, но при этом допущены недочеты. В частности, недостаточно раскрыты навыки критического оценивания различных точек зрения, осуществление самоанализа, самоконтроля и самооценки, креативности, нестандартности предлагаемых решений |
| 11-13 | «удовлетворительно»   |  | Имеются существенные отступления от выполнения лабораторной работы. В частности, отсутствуют навыки умения моделировать решения в соответствии с заданием, представлять различные подходы к разработке планов действий, ориентированных на конечный результат   |
| 0-10  | «неудовлетворительно» |  | Шаги выполнения лабораторной работы не выполнены, обнаруживается существенное непонимание проблемы.   |

Основная цель проекта – провести имитацию разработки организационно-распорядительной документации организации. В рамках группового проекта необходимо подготовить политику безопасности и документы 2-3 уровня политики выбранной организации. Документы, которые должны быть по внешнему виду (оформлению, содержанию) аналогичны реальным документам.

### Методика оценивания выполнения проекта

| <i>Баллы</i> | <i>Оценка</i>         | <i>Показатели</i>  | <i>Критерии</i>  |
|--------------|-----------------------|--|--|
| 9-10         | «отлично»             | Полнота выполнения задания;<br>Своевременность выполнения задания; | Документы, характеризующие политику безопасности организации, приведены в полном объеме и аналогичны по оформлению и содержанию их реальным аналогам.                                      |
| 8-7          | «хорошо»              | Полнота и качество предоставленных материалов                      | Документы, характеризующие политику безопасности организации, приведены в полном объеме, но содержат незначительные ошибки.  |
| 5-6          | «удовлетворительно»   |  | Документы, характеризующие политику безопасности организации, приведены не в полном объеме, наличествующие содержат незначительные ошибки в заполнении.                                    |
| 0-4          | «неудовлетворительно» |  | Документы, характеризующие политику безопасности организации, приведены не в полном объеме, наличествующие содержат грубые ошибки при заполнении или не соответствуют реальным документам. |

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о промежуточной аттестации знаний студентов и учащихся ДГУНХ.

Аттестационные испытания проводятся преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, или преподавателями, ведущими практические и лабораторные занятия (кроме устного экзамена). Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора по учебной работе не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением по кафедре (структурному подразделению).

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Во время аттестационных испытаний обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя справочной и нормативной литературой, непрограммируемыми калькуляторами.

**Лист актуализации оценочных материалов по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации»**

Оценочные материалы пересмотрены,  
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «24» сентября 2020 г. № 2  
Зав. кафедрой [подпись] Рахмонов К. А.