

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **27.03.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) / специализация: **Управление в робототехнических системах**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**

Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**

Курс: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	121	121	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	9	
Контрольные работы	9	2

Томск

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение теоретических знаний и практических навыков по способам выявления сущности задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, связанной с разработкой элементов и систем управления.
2. Привлечение для решения выявленных задач соответствующих математических методов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Выработка навыков выявления задач управления в робототехнических системах, построения математических моделей и их решения с целью получения задающих воздействий или других целевых параметров для автоматических систем управления.
2. Освоение методов линейного программирования.
3. Построение и решение сетевых оптимизационных моделей.
4. Освоение методов целочисленного программирования.
5. Построение и решение моделей динамического программирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.10.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

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

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения поставленных задач, основные методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность	формирует виды ресурсов и ограничений для решения поставленных задач, знает основные методы оценки разных способов решения задач, действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность
	УК-2.2. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения, анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов, использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности; находит оптимальные способы решения поставленных задач	анализ поставленной цели и формулировка задач, которые необходимо решить для ее достижения, анализ альтернативных вариантов решений для достижения намеченных результатов, использование нормативно-правовой документации в сфере профессиональной деятельности; находит оптимальные способы решения поставленных задач
	УК-2.3. Владеет методиками постановки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией; проводит рефлексию и оценку результатов проекта	владеет методиками постановки цели и задач проекта, методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией; проводит рефлексию и оценку результатов проекта
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	14	14
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	121	121
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	75	75
Подготовка к контрольной работе	46	46
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
9 семестр					
1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования	4	2	6	12	УК-2
2 Линейное программирование		2	42	44	УК-2
3 Сетевые оптимизационные задачи		2	34	36	УК-2
4 Целочисленное программирование		2	19	21	УК-2
5 Динамическое программирование		2	20	22	УК-2
Итого за семестр	4	10	121	135	
Итого	4	10	121	135	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования	Предмет и задачи исследований операций	1	УК-2
	Структуризация проблемы. Построение математической модели.	1	УК-2
	Итого	2	

2 Линейное программирование	Построение линейных оптимизационных моделей. Предварительное преобразование линейной модели (ЛМ). Графическая интерпретация ЛМ. Симплексный алгоритм. Получение исходного базиса. Анализ моделей на чувствительность и двойственная задача	2	УК-2
	Итого	2	
3 Сетевые оптимизационные задачи	Общие свойства сетевых моделей. Модель назначений. модель выбора кратчайшего пути. Транспортная задача. Задача коммивояжера.	2	УК-2
	Итого	2	
4 Целочисленное программирование	общее описание модели. Примеры моделей целочисленного программирования. Решение задачи целочисленного программирования	2	УК-2
	Итого	2	
5 Динамическое программирование	Общее описание метода. Задача управления запасами. Модель распределения ресурса. Анализ на чувствительность	2	УК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		10	
Итого		10	

5.3. Контрольные работы

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

Таблица 5.3 – Контрольные работы

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

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				

1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	УК-2	Тестирование, Экзамен
	Итого	6		
2 Линейное программирование	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	18	УК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	24	УК-2	Контрольная работа
	Итого	42		
3 Сетевые оптимизационные задачи	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	УК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	22	УК-2	Контрольная работа
	Итого	34		
4 Целочисленное программирование	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	19	УК-2	Тестирование, Экзамен
	Итого	19		
5 Динамическое программирование	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	УК-2	Тестирование, Экзамен
	Итого	20		
Итого за семестр		121		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		130		

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
УК-2	+	+	+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Одинок В.В. Автоматизированное управление в технических системах. Исследование операций (детерминированные методы): Учебное пособие / Одинок В.В. - Томск: ТМЦ ДО, 2005. - 138 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

7.2. Дополнительная литература

1. Турунтаев Л. П. Исследование операций: Учебное пособие / Турунтаев Л. П. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. — 138 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Турунтаев Л.П. Системный анализ и исследование операций.: Учебное пособие / Турунтаев Л.П. - Томск: ТМЦДО, 2004. - 212 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

3. Горлач, Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1430-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168479>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Одинок В. В. Автоматизированное управление в технических системах. Исследование операций (детерминированные методы). Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Одинок В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Одинок В.В. Автоматизированное управление в технических системах [Электронный ресурс]: электронный курс / Одинок В.В. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства

приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Предмет, задачи и этапы операционного исследования	УК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Линейное программирование	УК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Сетевые оптимизационные задачи	УК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Целочисленное программирование	УК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Динамическое программирование	УК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой

линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно.

Сколько управляемых переменных имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

2. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно. Сколько ограничений имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?

- а) 3
- б) 5
- в) 2
- г) 4

3. Предприятие электронной промышленности выпускает две модели радиоприемников, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии (первое изделие на первой техн.линии, второе – на второй). Суточный объем производства первой линии – 60 изделий, второй линии – 75 изделий. На радиоприемник первой модели расходуется 10 однотипных элементов электронных схем, на радиоприемник второй модели – 8 таких же элементов. Максимальный суточный запас используемых элементов равен 800 единицам. Прибыль от реализации одного радиоприемника первой и второй модели равна 300 и 200 рублей соответственно.

Сколько решений имеет математическая модель, соответствующая данной задаче?

- а) 1
- б) 2
- в) 3
- г) 4

4. Имеется следующая задача: «Фирма производит два вида продукции – А и В. Объем сбыта продукции А составляет не менее 70% общего объема реализации продукции обоих видов. Для изготовления продукции А и В используется одно и то же сырье, суточный запас которого ограничен величиной 400 кг. Расход сырья на единицу продукции А составляет 22 кг, а на единицу продукции В – 41 кг. Прибыль от реализации единицы продукции А и В равна 25 и 40 рублей соответственно. Определить оптимальное соотношение сырья для изготовления продукции А и В.»

Какой метод исследования операций применим для решения данной задачи?

- а) Линейное программирование
- б) Целочисленное программирование
- в) Динамическое программирование
- г) Решение сетевой оптимизационной модели

5. Дана следующая задача: «Имеется 3 работы, каждую из которых может выполнить любой из 3-х исполнителей. Стоимость выполнения каждой работы каждым исполнителем следующая: 1-ая работа 1-м исполнителем – 12 у.е.; 1-ая работа 2-м исполнителем – 28 у.е.; 1-ая работа 3-м исполнителем – 29 у.е.; 2-ая работа 1-м исполнителем – 14 у.е.; 2-ая работа 2-м исполнителем – 47 у.е.; 2-ая работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; 3-я работа 1-м исполнителем – 11 у.е.; 3-я работа 2-м исполнителем – 16 у.е.; 3-я работа 3-м исполнителем – 23 у.е.;

Необходимо распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного

исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты»

Какие значения могут принимать управляемые переменные математической модели, соответствующей данной задаче?

- а) 1; 0
- б) -1; 0; 1
- в) Любые
- г) Любые положительные

6. Дана следующая задача: «Имеется n работ, каждую из которых может выполнить любой из n исполнителей. Стоимость выполнения работы i исполнителем j равна c_{ij} . Нужно распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты». Отметьте математическую модель задачи о назначениях, соответствующую данной задаче?

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

- а) $\sum_{j=1}^p x_{kj} - \sum_{i=1}^p x_{ik} = T_k, \quad k = \overline{1, p},$
 $x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, p}, \quad j = \overline{1, p}.$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

- б) $\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, n},$
 $\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad x_{ij} = 0, \quad 1 (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}).$

$$\sum_{(i,j) \in \text{сети}} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min,$$

- в) $\sum_{(k,j) \in \text{сети}} x_{kj} - \sum_{(i,k) \in \text{сети}} x_{ik} = \begin{cases} 1, & k = s \text{ (исток)}, \\ -1, & k = r \text{ (сток)}, \\ 0, & \text{для всех остальных } k, \end{cases}$
 $x_{ij} \geq 0 \text{ для всех } (i, j) \in \text{сети}.$

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

- г) $\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad (i = \overline{1, m}),$
 $\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad (j = \overline{1, n}),$
 $x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}).$

7. Дана следующая задача: «Имеется 3 работы, каждую из которых может выполнить любой из 3-х исполнителей. Стоимость выполнения каждой работы каждым исполнителем следующая: 1-ая работа 1-м исполнителем – 12 у.е.; 1-ая работа 2-м исполнителем – 28 у.е.; 1-ая работа 3-м исполнителем – 29 у.е.; 2-ая работа 1-м исполнителем – 14 у.е.; 2-ая работа 2-м исполнителем – 47 у.е.; 2-ая работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; 3-я работа 1-м исполнителем – 11 у.е.; 3-я работа 2-м исполнителем – 16 у.е.; 3-я работа 3-м исполнителем – 23 у.е.; Необходимо распределить исполнителей по работам (то есть назначить одного исполнителя на какую-то одну работу) таким образом, чтобы минимизировать общие затраты». Как будет выглядеть матрица условий для решения данной задачи?

12	28	29
14	47	23
11	16	23

- а)

б)

12	28	29
11	16	23
14	47	23

в)

12	11	29
28	16	28
29	47	12

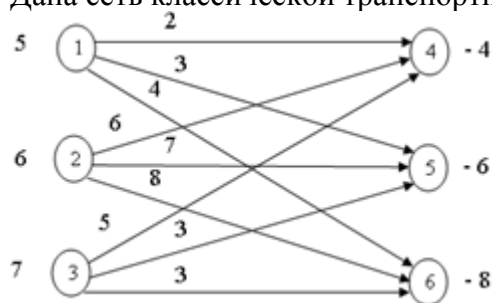
г)

12	11	16
14	28	23
47	23	29

8. Дана следующая задача: «Пусть имеются m различных поставщиков, располагающих продукцией одного и того же типа, которую они могут отправить n потребителям. При этом предприятие i может отгрузить не более S_i единиц продукции, а потребителю j требуется не менее D_j единиц. Затраты на перевозку единицы груза из пункта отправления i в пункт назначений j равны c_{ij} . Требуется так распределить потребителей по поставщикам, чтобы минимизировать общие транспортные затраты.» Какой метод исследований операций используется для решения данной задачи?

- а) Линейное программирование
 - б) Целочисленное программирование
 - в) Динамическое программирование
 - г) Решение сетевой оптимизационной модели
9. Что такое “сетевая модель”?
- а) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графика, называемого сетью
 - б) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого модель
 - в) Графическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого сетью
 - г) Математическая модель, структура которой может быть изображена в виде графа, называемого сетью

10. Дана сеть классической транспортной задачи:



Требуется записать соответствующую матрицу условий и исходное допустимое решение:

а)

ПО \ ПН	4	5	6	Поставки
1	2	3	4	5
2	6	7	8	6
3	5	3	3	7
Спрос	4	6	8	18

б)

ПН \ ПО	4	5	6	Поставки
1	2	6	5	5
2	3	7	3	6
3	4	8	3	7
Спрос	4	6	8	18

в)

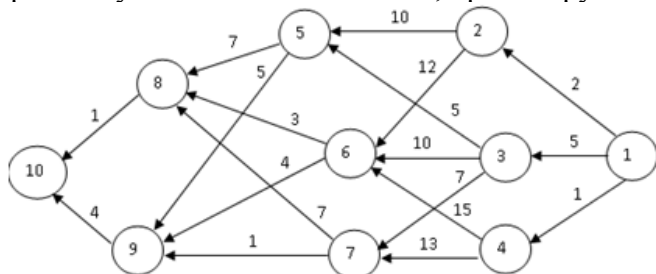
ПН \ ПО	4	5	6	Поставки
1	2	3	4	4
2	6	7	8	6
3	5	3	3	8
Спрос	5	6	7	18

г)

ПН \ ПО	4	5	6	Спрос
1	2	3	4	5
2	6	7	8	6
3	5	3	3	7
Поставки	4	6	8	18

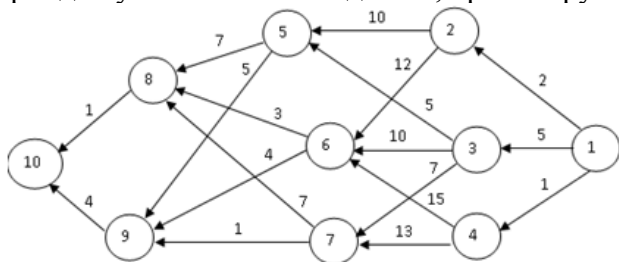
11. Как должно быть записано ограничение на условие, чтобы из пункта 3 не выходило более 3-х дорог?
- а) $\sum_{j=1}^n x_{3j} \geq 3$
 б) $\sum_{j=1}^n x_{3j} > 3$
 в) $\sum_{j=1}^n x_{3j} = 3$
 г) $\sum_{j=1}^n x_{3j} \leq 3$
12. Как можно задать ограничение «Проект 2 может быть принят лишь при условии, что принят проект 1»?
- а) $-x_1 + x_2 = 0$
 б) $-x_1 + x_2 > 0$
 в) $-x_1 + x_2 \leq 0$
 г) $-x_1 - x_2 \leq 0$
13. Дана следующая задача: «Имеется m деталей, которые нужно обработать на p станках. Каждая деталь должна сначала обрабатываться на станке 1, затем на станке 2 и т.д. до p . Время обработки детали i на станке j равно t_{ij} . Требуется определить порядок обработки деталей на каждом из станков такой, чтобы минимизировать время, нужное для изготовления всех m деталей». К какому типу задач относится данная задача?
- а) Оптимальный выбор набора проектов для реализации
 б) Задача размещения предприятий
 в) Распределение операция по исполнителям
 г) Задача составления расписания
14. Как можно задать ограничение «Пусть известно, что из первых p проектов не может быть реализовано более k проектов, так как для выполнения каждого проекта требуется наличие ведущего инженера, а имеется возможность выделить всего k инженеров такой квалификации»?
- а) $\sum_{j=1}^p x_j \leq k$
 б) $\sum_{j=1}^p x_j \leq 1$
 в) $\sum_{j=1}^p x_j > k$
 г) $x_j \leq k$.
15. Когда операция является управляемой?

- а) когда у лица, принимающего решение, есть свобода слова
 - б) когда у лица, принимающего решение, есть свобода выбора
 - в) когда у лица, принимающего решение, нет свободы выбора
 - г) когда у лица, принимающего решение, нет свободы слова
16. Какая из данных задач может быть решена методом целочисленного программирования?
- а) Задача размещения предприятия
 - б) Задача выбора кратчайшего пути
 - в) Задача составления смесей
 - г) Задача коммивояжера
17. Дана следующая задача: «Пусть некий турист хочет добраться из пункта 1 в пункт 10, пройдя путь наименьшей длины, ориентируясь по карте (см. рис.).»



Возможно ли данную задачу решить методом динамического программирования?

- а) нет
 - б) да
 - в) да, с условием ввода дополнительных ограничений
 - г) не знаю
18. Дана следующая задача: «Пусть некий турист хочет добраться из пункта 1 в пункт 10, пройдя путь наименьшей длины, ориентируясь по карте (см. рис.).»



Как разворачивается процесс нахождения кратчайшего пути?

- а) от начала к концу
 - б) из середины в начало
 - в) из середины в конец
 - г) из конца в начало
19. Какую управляемую переменную необходимо ввести при решении задачи управления ресурсами методом динамического программирования?
- а) время на изготовление продукции
 - б) выпуск продукции в течении отрезка времени
 - в) количество изготовленного материала
 - г) количество исполнителей
20. Какую управляемую переменную необходимо ввести при решении задачи управления ресурсами методом динамического программирования?
- а) количество исполнителей
 - б) выпуск продукции в течении отрезка времени
 - в) количество изготовленного материала
 - г) уровень запасов на конец отрезка времени

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Приведены примеры типовых заданий из банка экзаменационных тестов, составленных по пройденным разделам дисциплины. Экзаменационные тесты содержат вопросы закрытого и открытого типа.

1. Найдите оптимальное значение целевой функции для следующей модели:

$$\begin{aligned}
 5x_1 + 4x_2 &\Rightarrow \max, \\
 x_1 + x_2 &\leq 6, \\
 2x_1 + x_2 &\leq 10, \\
 2x_1 + 4x_2 &\leq 22, \\
 x_{1,2} &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Введите полученное число _____

2. Даны исходная и заключительная системы уравнений при решении задачи линейного программирования симплексным методом

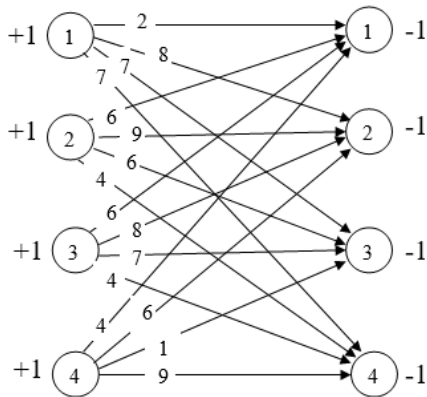
$$\begin{aligned}
 x_0 - 2x_1 - 3x_2 - 4x_3 &= 0, \\
 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 + x_4 &= 10, \\
 3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 &= 20.
 \end{aligned} \quad (I)$$

$$\begin{aligned}
 x_0 + x_1 + 0,5x_3 + 1,5x_4 &= 15, \\
 x_1 + x_2 + 1,5x_3 + 0,5x_4 &= 5, \\
 2x_1 + 0,5x_3 - 0,5x_4 + x_5 &= 15.
 \end{aligned} \quad (F)$$

Найдите наибольшее значение коэффициента при переменной x_1 в целевой функции, при котором прежнее решение останется оптимальным.

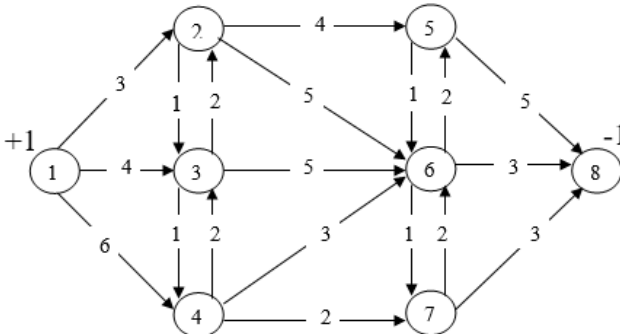
Введите полученное число _____

3. Найдите оптимальные затраты для задачи, описываемой следующей сетью



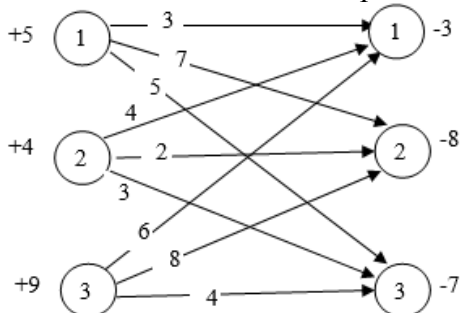
Введите полученное число _____

4. Найдите длину кратчайшего пути из вершины 1 в вершину 8



Введите полученное число _____

5. Найдите оптимальные затраты на перевозку груза по следующей транспортной сети



Введите полученное число _____

6. Какая из приведенных матриц оценок классической транспортной задачи соответствует данной матрице условий ?

Матрица условий:

ПН ПО	1	2	3	Пост.
1	3 3	7 2	5	5
2	4	2 4	3	4
3	6	8 2	4 7	9
Спр.	3	8	7	18

Варианты ответов:

a)

ПН ПО	1	2	3	v_i
1	3 0	7 0	5 -2	7
2	4 -6	2 0	3 -5	2
3	6 -2	8 0	4 0	8
w_j	-4	0	-4	

б)

ПН ПО	1	2	3	v_i
1	3 0	7 0	5 3	0
2	4 -6	2 0	3 0	-5
3	6 -7	8 -5	4 0	-4
w_j	3	7	8	

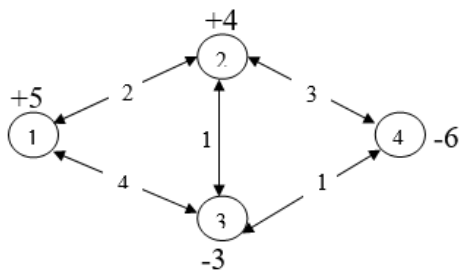
в)

ПН ПО	1	2	3	v_i
1	3 0	7 0	5 3	7
2	4 -6	2 0	3 0	2
3	6 -7	3 0	4 0	3
w_j	-4	0	1	

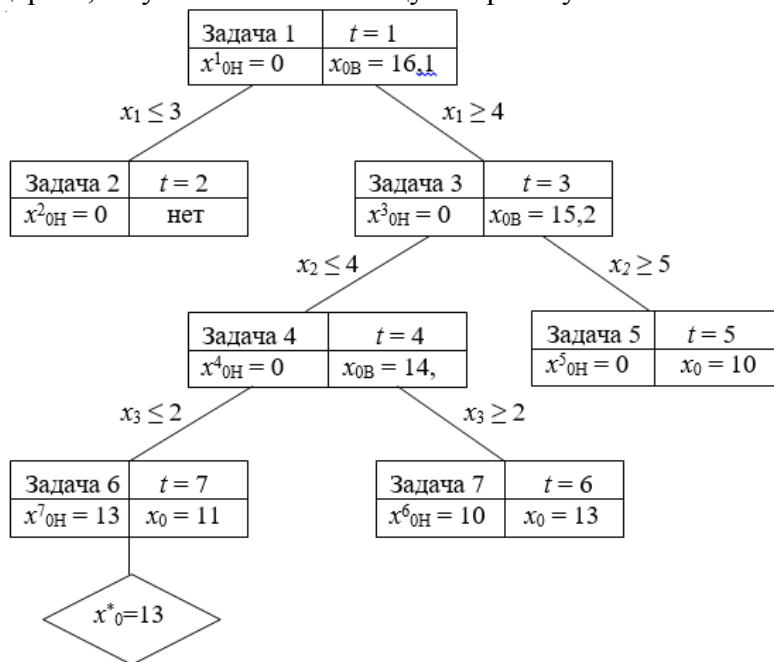
г)

ПН ПО	1	2	3	v_i
1	3 0	7 0	5 3	0
2	4 -6	2 0	3 0	-5
3	6 -7	3 0	4 0	-4
w_j	3	7	8	

7. Найдите оптимальные затраты на перевозку груза по следующей транспортной сети



- Введите полученное число _____
8. При решении задачи целочисленного программирования (максимизация целевой функции) было построено следующее дерево решений. Укажите номер итерации (t), которой соответствует ошибочная вершина в дереве решений. Если ошибочна дуга дерева, то указать вышестоящую вершину относительно этой дуги.



- Введите число _____
9. Задаче управления запасами соответствует математическая модель:

$$\sum_{t=1}^3 [C(x_t) + h * i_t] \Rightarrow \min,$$

$$i_{t-1} + x_t - i_t - D = 0 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$x_t = 0, 1, 2, 3, 4 \quad (t = 1, 2, 3),$$

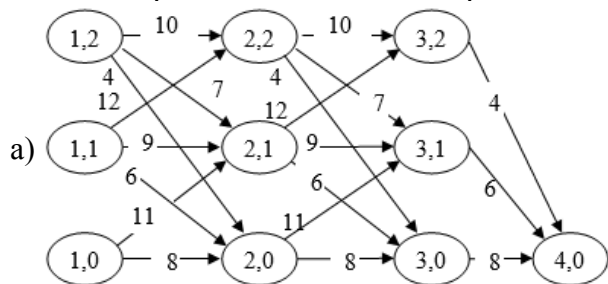
$$i_t = 0, 1, 2 \quad (t = 1, 2), \quad i_3 = 0,$$

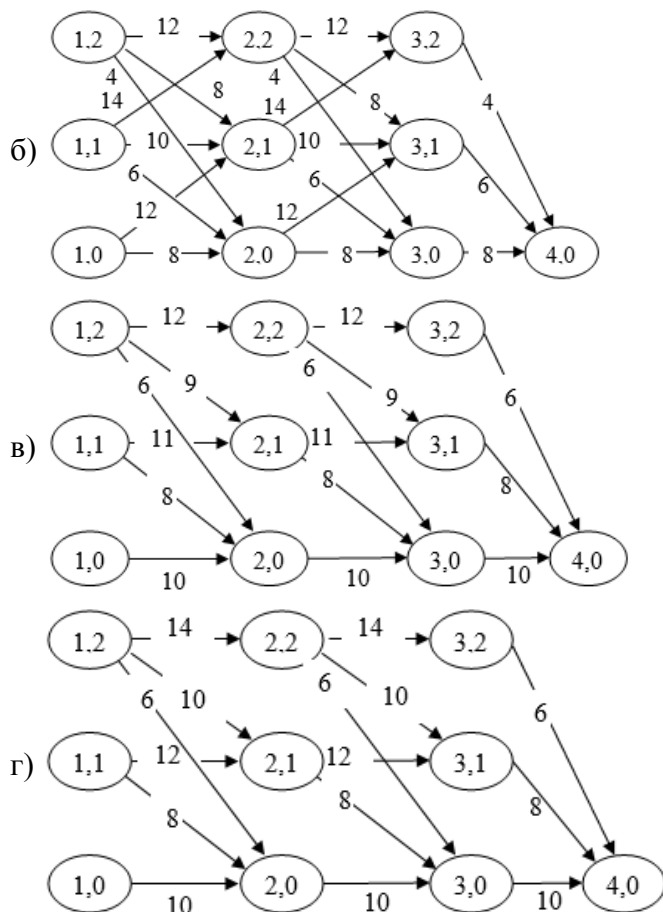
$$\text{где } C(x_t) = \begin{cases} 0, & x_t = 0, \\ c_0 + c_1 x_t, & x_t > 0. \end{cases}$$

$h = 1, \quad D = 3, \quad c_0 = 2, \quad c_1 = 2$

Для решения этой задачи предполагается использовать метод поиска кратчайшего пути в ациклической сети.

Какая из представленных сетей правильно отображает процесс решения задачи





10. Задаче управления запасами соответствует математическая модель:

$$\sum_{t=1}^3 [C(x_t) + h * i_t] \Rightarrow \min,$$

$$i_{t-1} + x_t - i_t - D = 0 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$x_t = 0, 1, 2, 3, 4 \quad (t = 1, 2, 3),$$

$$i_t = 0, 1, 2 \quad (t = 1, 2), \quad i_3 = 0,$$

$$\text{где } C(x_t) = \begin{cases} 0, & x_t = 0, \\ c_0 + c_1 x_t, & x_t > 0. \end{cases}$$

$$h = 1, \quad D = 3, \quad c_0 = 2, \quad c_1 = 2$$

Для решения этой задачи применяется метод динамического программирования (обратная нумерация этапов). Определите номер правильной таблицы, полученной на 2-м шаге решения.

а)

$S \setminus x$	1	2	3	4	$x_2(S)$	$f_2(S)$
0	X	X	16	17	3	16
1	X	14	15	16	2	14
2	12	13	14	X	1	12

б)

$S \setminus x$	1	2	3	4	$x_2(S)$	$f_2(S)$
0	X	X	16	18	3	16
1	X	14	16	18	2	14
2	12	14	16	X	1	12

в)

$S \setminus x$	2	3	4	$x_2(S)$	$f_2(S)$
0	X	X	20	4	20
1	X	18	19	3	18
2	16	17	18	2	16

г)

$S \setminus x$	2	3	4	$x_2(S)$	$f_2(S)$
0	X	X	20	4	20
1	X	18	20	3	18
2	16	18	20	2	16

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

- Контрольная работа 1 - Линейная оптимизационная модель.
Задание:
 - Построить математическую модель и найти решение линейной оптимизационной задачи
 - Провести анализ модели на чувствительность
- Контрольная работа 2 - Сетевые модели
Задание:
 - Построить математическую модель и найти решение транспортной задачи
 - Провести анализ модели на чувствительность
 - Найти решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ

9.2. Методические рекомендации

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями

здоровья и инвалидов

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

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

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

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП
протокол № 8 от « 3 » 2 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

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

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КСУП	Т.Е. Григорьева	Согласовано, d848614c-1d2f-4e32- b86c-1029abc0b2d5
Доцент, каф. КСУП	В.П. Коцубинский	Согласовано, c419f53f-49cc-47af- ae73-347645e37cfd

РАЗРАБОТАНО:

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