

Документ подписан простейшей электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Малахов Владимир Николаевич  
 Должность: Директор филиала  
 Дата подписания: 21.12.2023 15:40:18:48  
 Уникальный программный ключ:  
 9402363d065a627d4051e63095d855733624e071c8

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
**«ТРИ ВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## Математическое моделирование системы процессов рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей Специализация Управление техническим состоянием железнодорожного пути

Квалификация **Инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах: экзамены

5

зачеты 4

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4		5		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Лекции	4	4	4	4	8	8
Лабораторные			8	8	8	8
Практические	4	4			4	4
Конт. ч. на аттест.			0,4	0,4	0,4	0,4
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	2,3	2,3	2,45	2,45
В том числе в форме практ. подготовки	4	4	25	25	29	29
Итого ауд.	8	8	12	12	20	20
Контактная работа	8,15	8,15	14,7	14,7	22,85	22,85
Сам. работа	60	60	122,6	122,6	182,6	182,6
Часы на контроль	3,85	3,85	6,7	6,7	10,55	10,55
Итого	72	72	144	144	216	216

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Гуменникова Ю.В.

Рабочая программа дисциплины

**Математическое моделирование систем процессов**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 218)

составлена на основании учебного плана: 23.05.06-24-1-СЖДп.plz.plx

Специальность Специальность 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей Направленность (профиль) Управление техническим состоянием железнодорожного пути

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Высшая математика**

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Кузнецов В.П.

<b>1.ЦЕЛИОСВОЕНИЯДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)</b>	
1.1	Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» является формирование системы знаний, умений и навыков в области математического моделирования, связанных с выполнением научных исследований
1.2	организационно-технологического характера. Данная дисциплина является базовой для успешного усвоения материала целого ряда других дисциплин специальности, поскольку создаёт математическую основу для решения экономических и управленческих задач, что способствует конкурентоспособности строительной организации.
1.3	Задачи изучения дисциплины:
1.4	-познакомиться с постановкой задачи и целями математического моделирования, стипами математических моделей;
1.5	- познакомиться с основными положениями теории моделирования систем, современными средствами спецификации и моделирования систем сбора, хранения, обработки и передачи информации, перспективными направлениями в области моделирования систем;
1.6	-практическое освоение разработки математических моделей для проектирования и исследования технических систем и технологических процессов;
1.7	-ознакомление с перспективами и основными направлениями совершенствования математического моделирования технологических процессов.

<b>2.МЕСТОДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)ВСТРУКТУРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙПРОГРАММЫ</b>	
Цикл(раздел)ОП:	Б1.О.41

<b>3.КОМПЕТЕНЦИИОБУЧАЮЩЕГОСЯ,ФОРМИРУЕМЫЕВРЕЗУЛЬТАТЕОСВОЕНИЯДИСЦИПЛИНЫ(МОДУЛЯ)</b>	
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	
ОПК-1.4 Применяет цифровые инструменты для математического анализа и моделирования в процессе решения инженерных задач в профессиональной деятельности	

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	основные понятия линейного и нелинейного программирования;
3.1.2	основные методы решения оптимизационных задач.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	выбирать метод решения задачи и реализовывать соответствующие алгоритмы при решении практических задач;
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	методами решения оптимизационных задач;
3.3.2	методами анализа полученного решения.

<b>4.СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
Код занятия	Наименование разделов и тем/вид занятия/	Семестр/ Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Модели и методы математического моделирования</b>			
1.1	Математическое моделирование как наука о методах отыскания экстремальных значений на допустимом множестве. Общая постановка экстремальных задач. Понятие оптимального решения /Ср/	4	6	
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Линейное программирование</b>			
2.1	Постановка задачи линейного программирования. Примеры задач линейного программирования. Геометрический смысл задачи линейного программирования. Необходимое и достаточное условие существования оптимального решения. /Лек/	4	2	
2.2	Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Двойственность в линейном программировании. /Ср/	4	6	
2.3	Графический метод решения задачи линейного программирования. /Ср/	4	6	
2.4	Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Решение двойственных задач линейного программирования /Пр/	4	2	

2.5	Транспортная задача, ее различные модификации. Построение опорного плана. Распределительный метод решения. Условие оптимальности плана перевозок. Задача назначениях./Ср/	4	6	
	<b>Раздел3.Раздел3.Нелинейное программирование</b>			
3.1	Классическая задача нелинейного программирования. Определение функции Лагранжа. Преобразование задачи условной оптимизации в задачу безусловной оптимизации. Существование оптимального решения. Седловая точка функции Лагранжа и оптимальность решения задачи нелинейного программирования при условии неотрицательности управляемых переменных. Выпуклое программирование. Теорема Куна-Таккера. Необходимое и достаточное условия оптимальности решения./Лек/	4	2	
3.2	Решение оптимизационных задач. Задача об оптимальном размере закупаемой партии товара. Задача максимизации объема выпуска продукции. Распределение заказа между двумя фирмами. Решение задач профессиональной направленности /Пр/	4	2	
	<b>Раздел4.Раздел4.Самостоятельная работа</b>			
4.1	Проработка лекций/Ср/	4	2	
4.2	Подготовка как практическим работам/Ср/	4	4	
4.3	Разбор приемов решения задач линейного и нелинейного программирования в электронных таблицах MS Excel. Подготовка отчетов по практическим работам./Ср/	4	30	
	<b>Раздел5.Раздел5.Контактные часы на аттестацию</b>			
5.1	Зачет /КЭ/	4	0,15	
	<b>Раздел6.Раздел4.Динамическое программирование</b>			
6.1	Принцип оптимальности Р. Беллмана. Основные этапы метода динамического программирования./Ср/	5	22	
6.2	Решение типовых задач методом динамического программирования. Задача о распределении инвестиций, о загрузке транспортного средства, о замене оборудования, о распределении ресурсов./Лаб/	5	2	
	<b>Раздел7.Раздел5.Элементы теории игр</b>			
7.1	Основные понятия. Бескоалиционные игры двух лиц. Ситуации равновесия в матричных играх. Ситуации равновесия в смешанных стратегиях. Бескоалиционные, антагонистические игры двух лиц. Матричная запись стратегий игроков, ситуация равновесия. Смешанные стратегии. /Лек/	5	2	
7.2	Игры природой. Критерии Вальда, Севиджа, Гурвица. Неопределенность в действиях партнера. Различные подходы к определению оптимальной стратегии основного партнера: максиминный критерий Вальда, критерий минимального риска Севиджа, вероятностный подход Гурвица /Ср/	5	26	
7.3	Матричная запись стратегий игроков, ситуация равновесия. Смешанные стратегии. Графический метод решения задач в смешанных стратегиях. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования./Лаб/	5	2	
7.4	Решение матричных игр в чистых стратегиях. Игры природой. Принятие решения в условиях неопределенности./Лаб/	5	2	
	<b>Раздел8.Раздел6.Математические методы решения сетевых задач</b>			
8.1	Области применения основных понятия сетевого планирования и управления комплексами работ. Детерминированная модель сетевого планирования и управления. Резерв времени в задаче сетевого планирования. Критические события и критические работы./Лек/	5	2	

8.2	Метод критического пути для управления проектами с фиксированным временем выполнения работ. Управление проектами с неопределенным временем выполнения работ. /Лаб/	5	2	
8.3	Оптимизация сетевого графика по стоимости проекта. Оптимизация сетевого графика по распределению ресурсов. Решение задач профессиональной направленности/Ср/	5	20	
<b>Раздел 9. Раздел 7. Самостоятельная работа</b>				
9.1	Подготовка лекций/Ср/	5	2	
9.2	Подготовка практических работ/Ср/	5	8	
9.3	Самостоятельное изучение литературы по вопросам составления математических моделей задач линейного и нелинейного программирования. Разбор приемов решения задач линейного и нелинейного программирования в электронных таблицах MS Excel/Ср/	5	27	
9.4	Выполнение РГР/Ср/	5	17,6	
<b>Раздел 10. Раздел 8. Контактные часы на аттестацию</b>				
10.1	Экзамен/КЭ/	5	2,3	
10.2	РГР/КА/	5	0,4	

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксации результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Новицкая И. А., Зайцева Т. С., Маслина А. Е.	Математическое программирование. Линейное программирование: учебное пособие	Новосибирск: СГУПС, 2020	<a href="https://e.lanbook.com/book/164616">https://e.lanbook.com/book/164616</a>

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Гниломедов П. И., Пирогова И. Н., Скачков П. П.	Математическое моделирование линейного программирования: учебное пособие	Екатеринбург, 2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/121390">https://e.lanbook.com/book/121390</a>

<b>6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)</b>	
<b>6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения</b>	
6.2.1.1	Microsoft Office 2010 Professional
<b>6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем</b>	
6.2.2.1	zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая
6.2.2.2	материалы конца 19 века. zbMath содержит около 4000000 документов, из
6.2.2.3	более 3000 журналов и 17000 книг по математике, статистике, информатике, а
6.2.2.4	также машиностроению, физике, естественным наукам др. - <a href="http://zbmath.org">zbmath.org</a>
6.2.2.5	Общероссийский математический портал (информационная система)
6.2.2.6	- <a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
6.2.2.7	Mathcad – справочник по высшей математике
6.2.2.8	- <a href="http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp/">http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp/</a>
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Математическое моделирование систем и процессов**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей

---

*(код и наименование)*

Управление техническим состоянием железнодорожного пути

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации: зачет (по очной и заочной формам обучения - 7 семестр); зачет с оценкой (по очной и заочной формам обучения - 8 семестр).

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

В соответствии с ФГОС 3+

Код и наименование компетенции
ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В соответствии с ФГОС 3+

Код и наименование компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестр 7, 8)
ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Обучающийся знает: основные понятия линейного и нелинейного программирования; основные методы решения оптимизационных задач	Задания (№ 1-№35)
	Обучающийся умеет: выбирать метод решения задачи и реализовывать соответствующие алгоритмы при решении практических задач	Задания (№ 36-№41)
	Обучающийся владеет: методами решения оптимизационных задач; методами анализа полученного решения	Задания (№ 42-№47)

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС СамГУПС.

## 2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

---

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несет заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

Проверяемый образовательный результат (ФГОС 3+):

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Обучающийся знает: основные понятия линейного и нелинейного программирования; основные методы решения оптимизационных задач
<p>1. Линейное программирование применяется для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) построения «стратегической линии» развития;</li> <li>б) организации горизонтальных взаимодействий при управлении проектами;</li> <li>в) анализа программ в матричных структурах;</li> <li>г) оптимального распределения ограниченных ресурсов.</li> </ul> <p>2. Задача линейного программирования решается графическим способом, если в задаче:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) одна переменная; б) две переменных; в) три переменных; г) четыре переменных.</li> </ul> <p>3. Областью допустимых решений задачи линейного программирования является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) вся плоскость; б) круг; в) выпуклый многоугольник; г) координатные оси.</li> </ul> <p>4. Максимум или минимум целевой функции находится:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) в начале координат;</li> <li>б) на сторонах выпуклого многоугольника решений;</li> <li>в) внутри выпуклого многоугольника решений;</li> <li>г) в вершинах выпуклого многоугольника решений.</li> </ul> <p>5. В каком случае задача математического программирования является линейной?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) если ее целевая функция линейна;</li> <li>б) если ее ограничения линейны;</li> <li>в) если ее целевая функция и ограничения линейны;</li> <li>г) если ее целевая функция линейна, а ограничения не линейны.</li> </ul> <p>6. Если при попытке решить задачу линейного программирования симплекс-методом не обнаружено необходимого числа базисных переменных, то:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) задачу можно решить только графически;</li> <li>б) задача неразрешима;</li> <li>в) для решения задачи симплекс-методом необходимо ввести искусственный базис;</li> <li>г) задача не решается с помощью симплекс-таблиц.</li> </ul> <p>7. Что нужно сделать для получения канонической формы задачи линейного</p>	

программирования?

- а) вводить дополнительные (искусственные) неотрицательные переменные в систему ограничений так, чтобы получить равенства;
- б) вводить дополнительные (искусственные) неотрицательные переменные в систему ограничений так, чтобы получить неравенства вида  $\geq$ ;
- в) вводить дополнительные (искусственные) неотрицательные переменные в систему ограничений так, чтобы получить неравенства вида  $\leq$ ;
- г) вводить дополнительные (искусственные) отрицательные переменные в систему ограничений так, чтобы получить равенства.

8. На очередной итерации симплекс-метода сначала выбирается:

- а) разрешающая строка; б) разрешающий элемент; в) разрешающий столбец; г) разрешающая строка и разрешающий столбец.

9. Двойственный симплекс-метод удобно применять для решения:

- а) транспортной задачи;
- б) задачи о диете (о рациональном питании);
- в) производственной задачи;
- г) любой задачи линейного программирования.

10. Для чего применяют М – метод?

- а) для нахождения оптимального решения транспортной задачи;
- б) для нахождения первоначального базисного распределения поставок транспортной задачи;
- в) для нахождения первоначального базисного решения задачи линейного программирования;
- г) для приведения задачи линейного программирования к канонической форме.

11. Для чего используется метод минимального элемента?

- а) для нахождения первоначального базисного решения задачи линейного программирования;
- б) для нахождения первоначального базисного распределения поставок транспортной задачи;
- в) для нахождения оптимального решения транспортной задачи;
- г) для нахождения оптимального решения задачи линейного программирования.

12. На очередной итерации симплекс-метода разрешающим элементом будет:

- а) отрицательное число; б) положительное число; в) любое число; г) наибольшее положительное число.

13. Определить, какая из задач линейного программирования записана в канонической форме?

- а)  $F = 3x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max$ ;

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 \leq 2; \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 \geq 3; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

б)  $F = 3x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \min ;$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 \geq 2; \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 \geq 3; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

в)  $F = 3x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \min ;$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 2; \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 \geq 3; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

г)  $F = 3x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 2; \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 3; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

14. Фирма производит три вида продукции (A, B, C), для выпуска каждого из которых требуется определенное время обработки на всех четырех устройствах I, II, III, IV.

Вид продукции	Время обработки, ч.				Прибыль, у.е.
	I	II	III	IV	
A	1	3	1	2	3
B	6	1	3	3	6
C	3	3	2	4	4

Пусть время работы на устройствах соответственно 84, 42, 21 и 42 часа. Какая из математических моделей соответствует данной задаче?

а)  $F = 3x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 + 3x_3 \geq 84; \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 \geq 42; \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 21; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \geq 42; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

б)  $F = 3x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \min ;$

$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 + 3x_3 \leq 84; \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 42; \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 21; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 42; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

в)  $F = 3x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 + 3x_3 \leq 84; \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 42; \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 21; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 42; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

г)  $F = 3x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} x_1 + 6x_2 + 3x_3 = 84; \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 = 42; \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 21; \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 42; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

15. В какой форме записана задача линейного программирования?

$$F = 8x_1 + 6x_2 - 3x_3 \rightarrow \max ;$$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 \geq 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 \leq 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

а) симметричной; б) канонической; в) общей; г) матричной.

16. Максимальное значение целевой функции

$$F = 3x_1 + x_2 ;$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6; \\ x_1 \leq 4; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

равно:

а) 12; б) 15; в) 10; г) 14.

17. После приведения задачи линейного программирования

$$F = 6x_1 - 3x_2 + 7x_3 \rightarrow \min ;$$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 \geq 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 \leq 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3} \end{cases}$$

к каноническому виду получаем:

а)  $F = 6x_1 - 3x_2 + 7x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 + x_5 = 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,5}. \end{cases}$$

б)  $F = -6x_1 + 3x_2 - 7x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 - x_4 = 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 + x_5 = 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,5}. \end{cases}$$

в)  $F = -6x_1 + 3x_2 - 7x_3 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3}. \end{cases}$$

г)  $F = -6x_1 + 3x_2 - 7x_3 \rightarrow \min ;$

$$\begin{cases} 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 8; \\ 6x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 7; \\ 4x_1 + 8x_2 + 7x_3 = 5; \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,3}. \end{cases}$$

18. Решая задачу линейного программирования

$F = x_1 + x_2 \rightarrow \max ;$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 16; \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 8; \\ x_1 + 3x_2 \geq 9; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

графическим способом, получим:

а)  $F_{\max} = 6$ ; б)  $F_{\max} = 12$ ; в)  $F_{\max} = 7$ ; г)  $F_{\max} = 8$ .

19. По правилу северо-западного угла при нахождении первоначального опорного плана с какой клетки следует начинать заполнение таблицы?

- а) с самой верхней левой клетки;
- б) с клетки, содержащей минимальный коэффициент затрат;
- в) с самой верхней правой клетки;
- г) с клетки, содержащей максимальный коэффициент затрат.

20. По правилу минимального элемента при нахождении первоначального опорного плана с какой клетки следует начинать заполнение таблицы?

- а) с самой верхней левой клетки;
- б) с клетки, содержащей минимальный коэффициент затрат;
- в) с самой верхней правой клетки;
- г) с клетки, содержащей максимальный коэффициент затрат.

21. Транспортная задача

	50	$60 + b$	200
$100 + a$	7	2	4
200	3	5	6

будет закрытой, если:

- а)  $a = 30, b = 40$ ; б)  $a = 30, b = 20$ ; в)  $a = 30, b = 5$ ; г)  $a = 30, b = 10$ .

22. План, находящийся в таблице

	80	170	150	180	70
300	80 4	7	150 1	5	70 2
150	6	2	4	150 1	0 3
200	5	170 6	7	30 4	8

является:

- а) распределенным; б) закрытым; в) опорным; г) оптимальным.

23. Оценка свободной клетки (2;1) равна

	230	420	650	400
350	5	350 1	2	3
450	6	70 3	7	380 1
900	230 2	5	650 6	20 4

а) 8; б) 1; в) -1; г) -7.

24. Полученный план перевозок транспортной задачи

	50	55	70	45	10
100	30 6	7	70 2	8	0
60	15 4	10	5	45 3	0
70	5 8	55 9	12	11	10 0

является:

а) вырожденным; б) оптимальным; в) не опорным; г) открытым.

25. Если значение потенциала  $u_2 = 1$ , то значение потенциала  $v_3$  будет равно

	105	100	35	45
125	5	45 4	35 1	45 3
100	100 3	7	2	8
60	5 2	55 6	4	5

а) 6; б) 5; в) -2; г) 3.

26. По какому основному показателю отличаются друг от друга закрытые и открытые транспортные задачи?

- а) по отношению суммарного спроса и суммарного предложения;
- б) по отношению между числом производителей и числом потребителей;
- в) по отношению между суммарным спросом и качеством продукции;
- г) по отношению между суммарным предложением и качеством продукции.

27. Пусть дана задача нелинейного программирования

$$f = x_1x_2 + x_2x_3 \rightarrow \min ;$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 8; \\ x_2 + x_3 = 8. \end{cases}$$

Тогда функция Лагранжа имеет вид:

$$a) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2 + x_2x_3 + 8\lambda_1(x_1 + x_2) + 8\lambda_2(x_1 + x_3);$$

$$б) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2 + x_2x_3 + 8\lambda_1(x_1 + x_2) - 8\lambda_2(x_2 + x_3);$$

$$в) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2 + x_2x_3 + \lambda_1[8 - (x_1 + x_2)] + \lambda_2[8 - (x_1 + x_3)];$$

$$г) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2 + x_2x_3 + \lambda_1[8 - (x_1 + x_2)] + \lambda_2[8 - (x_2 + x_3)].$$

28. Для задачи нелинейного программирования

$$f = x_1x_2x_3 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 15; \\ x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3 = 28 \end{cases}$$

функция Лагранжа имеет вид:

$$a) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2x_3 + \lambda_1[15 + (x_1 + x_2 + x_3)] + \lambda_2[28 + (x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3)];$$

$$б) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2x_3 + \lambda_1[15 + (x_1 + x_2 + x_3)] - \lambda_2[28 + (x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3)];$$

$$в) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2x_3 + \lambda_1[15 - (x_1 + x_2 + x_3)] - \lambda_2[28 - (x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3)];$$

$$г) F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1x_2x_3 + \lambda_1[15 - (x_1 + x_2 + x_3)] + \lambda_2[28 - (x_1x_2 + x_2x_3 + x_1x_3)].$$

29. Является ли точка  $x^* = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$  стационарной точкой для функции

$$f = 3x_1^3 + x_2^2 - x_3^2 + x_1x_3 - 3x_1 - 6x_2 + 2?$$

а) да; б) нет; в) требуются дополнительные исследования; г) такого термина не существует.

30. Является ли точка  $x^* = \begin{pmatrix} 0,55 \\ 3 \\ 0,275 \end{pmatrix}$  стационарной точкой для функции

$$f = 3x_1^3 + x_2^2 - x_3^2 + x_1x_3 - 3x_1 - 6x_2 + 2?$$

а) да; б) нет; в) требуются дополнительные исследования; г) такого термина не существует.

31. Матрица Гессе  $H(x)$  для функции двух переменных имеет вид:

$$a) \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \end{pmatrix}; б) \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} \end{pmatrix}; в) \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} \end{pmatrix}; г) \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} & \frac{\partial f}{\partial x_1} \end{pmatrix}.$$

32. С помощью теоремы Куна-Таккера можно найти оптимальное решение задачи:

а) линейного программирования;

- б) квадратичного программирования;
- в) дробно-линейного программирования;
- г) выпуклого программирования.

33. Согласно принципу оптимальности Р. Беллмана, оптимальное управление на данном шаге зависит от оптимального управления на:

- а) предыдущих шагах; б) последующих шагах; в) первом шаге; г) последнем шаге.

34. Какому условию должна удовлетворять целевая функция при решении задачи методами динамического программирования?

- а) непрерывности; б) аддитивности; в) линейности; г) нелинейности.

35. Динамическое программирование применяют для решения задач:

- а) дискретных; б) блочных; в) дробно-линейных; г) оптимизационных, связанных с многошаговыми процессами.

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат (ФГОС 3+):

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ОПК-1: способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Обучающийся умеет: выбирать метод решения задачи и реализовывать соответствующие алгоритмы при решении практических задач

36. Для перевозки трех видов  $B_1, B_2, B_3$  строительных материалов используется два вида машин  $A_1$  и  $A_2$ . Грузоподъемность каждой машины, запасы строительных материалов, прибыль от эксплуатации машин каждого вида заданы в таблице.

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	прибыль
$A_1$	2	4	18	14
$A_2$	5	5	11	25
запасы	200	250	990	

Сколько машин каждого вида нужно отправить на указанные перевозки, чтобы общая прибыль от их эксплуатации была максимальной?

37. При отсыпке земляного полотна для железнодорожных путей требуется произвести перемещение грунта из пунктов  $A_i$  в пункт  $B_j$ . Известны стоимость перемещения (тарифы) единицы грунта из пункта  $A_i$  в пункт  $B_j$ . Известны объем грунта (запасы) в пунктах  $A_i$  и

потребности его в пунктах  $B_j$ .

$A_i \backslash B_j$	100	70	50	80	70
70	10	4	6	2	9
160	4	3	7	10	10
100	9	12	5	4	8
40	5	9	4	9	5

Планировать перевозки так, чтобы общая сумма транспортных расходов была минимальной.

38. На железнодорожную станцию прибыло 8 контейнеров, которые необходимо развезти по 5 складам. Емкость  $i$ -го склада -  $v_i$  контейнеров, затраты на транспортировку одного контейнера на этот склад -  $g_i$ , а стоимость хранения  $x$  контейнеров -  $c_i(x)$ . Требуется развезти все прибывшие контейнеры по складам, чтобы суммарные затраты на транспортировку и хранение были минимальны.

Исходные данные задачи приведены в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1

	Склады				
	1	2	3	4	5
$g_i$	0,5	1	1,2	1,5	2
$v_i$	2	3	3	5	5

Таблица 2

$x$	$c_1(x)$	$c_2(x)$	$c_3(x)$	$c_4(x)$	$c_5(x)$
1	2	1,5	1	0,5	0,3
2	4	2	2	1	0,5
3	-	3	3	1,5	1
4	-	-	-	2	1,5
5	-	-	-	2,5	2

39. Пусть требуется спроектировать систему дорог, которые будут соединять город, железную дорогу и озеро. Участок железной дороги имеет вид прямой, а озеро имеет форму круга. На берегу озера будет база отдыха, а на железной дороге предполагается разместить станцию. Выбор места для базы отдыха (при условии, что она будет на берегу озера) и места для

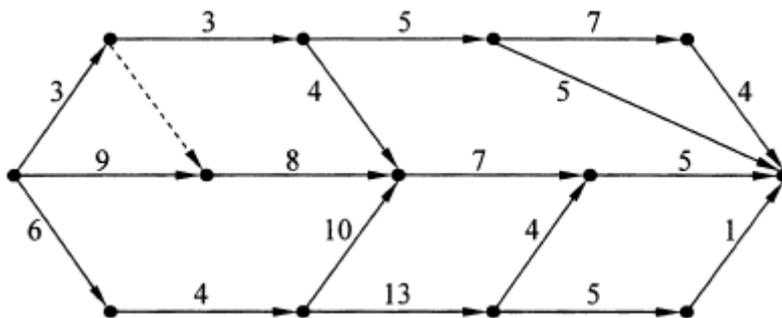
железнодорожной станции может быть сделан произвольно. Требуется спроектировать такую систему дорог, чтобы затраты на строительство были бы минимальными.

40. Шесть экспертов оценивали по 20-балльной шкале степень риска проезда на семи видах транспорта. Оценки экспертов представлены в таблице ниже.

Транспорт	Экспертная оценка					
	1	2	3	4	5	6
Воздушный	9	5	10	7	9	8
Железнодорожный	5	5	6	7	5	4
Водный	8	7	11	7	9	6
Автомобильный	15	12	13	10	12	14
Мотоцикл	19	15	14	8	10	12
Велосипед	4	14	7	7	7	6
Метро	10	8	9	7	5	11

По этим оценкам выявить самые безопасные виды транспорта в соответствии с критериями Лапласа, Вальда, Гурвица и Сэвиджа. Для критерия Гурвица взять  $\gamma = 0,4$ .

41. Дан сетевой график



1) найти время реализации всех работ; 2) найти резервы времени на каждом этапе; 3) выделить критический путь.

Код и наименование компетенции	Образовательный результат
ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования	Обучающийся владеет: методами решения оптимизационных задач; методами анализа полученного решения

42. Найти решение задачи линейного программирования симплекс-методом.

$$F = 34x_1 + 50x_2 \rightarrow \max ;$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \leq 432; \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 424; \\ 5x_1 + 3x_2 \leq 582; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

43. Для строительства четырех участков (1, 2, 3, 4) дорожной магистрали необходимо завозить песок. Песок может быть поставлен из трех карьеров (I, II, III). Перевозка песка от карьера до участка осуществляется грузовиками одинаковой грузоподъемности. Расстояния от карьеров до участков и количество песка в каждом карьере приведены в таблице ниже.

Карьер	Расстояние от карьера до участка, км				Количество песка в карьере, тыс. т.
	1	2	3	4	
I	1	8	2	3	30
II	4	7	5	1	50
III	5	3	4	4	20

Потребность в песке на каждом участке дороги: 1 – 15000 т., 2 – 15000 т., 3 – 40000 т., 4 – 30000 т.

Составьте план перевозок, минимизирующий общий пробег грузовиков.

44. Решить задачу нелинейного программирования

$$f = x_1 x_2 \rightarrow \max(\min);$$

$$\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 \leq 10; \\ -x_1 + 4x_2 \leq 4; \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

графическим способом.

45. Используя метод множителей Лагранжа, найти условный экстремум в задаче нелинейного программирования

$$f = 2(x_1 - 3)^2 + 3(x_2 - 5)^2;$$

$$x_2 - 2x_1 = 5.$$

46. Найти решение игры с платежной матрицей  $A = \begin{pmatrix} 6 & -2 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$  в смешанных стратегиях графическим методом.

47. Найти решение игры с платежной матрицей  $H = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 8 \\ 9 & 4 & 2 \\ 7 & 5 & 4 \end{pmatrix}$  в смешанных стратегиях.

### 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

#### Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Постановка задачи линейного программирования. Примеры задач.
2. Различные формы записи задачи линейного программирования. Переход от одной формы к другой.
3. Графический метод решения задачи линейного программирования.
4. Основная теорема линейного программирования.
5. Понятие опорного плана задачи линейного программирования.
6. Геометрический смысл симплекс-метода решения задачи линейного программирования.
7. Симплекс-метод. Критерий оптимальности опорного плана в задаче линейного программирования.
8. Симплекс-метод. Правило перехода к новому опорному плану.
9. Симплекс-таблица. Пересчет симплекс-таблиц. Алгоритм симплекс-метода решения задачи линейного программирования.
10. Теорема о конечной сходимости симплекс-метода.
11. Метод искусственного базиса.
12. Экономическая интерпретация задачи, двойственной к задаче планирования производства.
13. Двойственная задача для стандартной задачи линейного программирования и алгоритм ее формирования.
14. Формулировка первой теоремы двойственности. Теорема об оптимальном плане двойственной задачи.
15. Двойственный симплекс-метод.
16. Постановка транспортной задачи. Особенности транспортной задачи.
17. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Приведение открытой транспортной задачи к закрытой.
18. Вырожденные и невырожденные планы транспортной задачи.
19. Методы построения начального опорного плана транспортной задачи.
20. Метод потенциалов решения транспортной задачи.
21. Алгоритм улучшения плана транспортной задачи. Понятие цикла.
22. Общая постановка задачи нелинейного программирования.
23. Геометрическая интерпретация задачи нелинейного программирования.
24. Геометрический способ решения задачи нелинейного программирования.
25. Глобальный и локальный экстремум функции. Условный экстремум функции.
26. Метод множителей Лагранжа.
27. Определение выпуклой и вогнутой функции.
28. Общая постановка задачи выпуклого программирования.
29. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.

#### Вопросы к зачету с оценкой (8 семестр)

30. Динамическое программирование. Понятие, постановка задачи, решение задач методом динамического программирования.
31. Принцип Беллмана, функциональное уравнение Беллмана и порядок его решения.
32. Задача распределения инвестиций.
33. Задача о замене оборудования.
34. Задача распределения ресурсов.
35. Основные понятия теории игр.
36. Антагонистические игры. Седловая точка.
37. Чистые и смешанные стратегии матричных игр с нулевой суммой, платежная функция.
38. Теорема о необходимом и достаточном условии существования решения антагонистической игры.
39. Правила упрощения матричной игры.
40. Решение матричной игры  $2 \times 2$ .
41. Геометрическое решение матричной игры  $m \times 2$ ,  $2 \times n$ .
42. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.

43. Понятие игры с природой.
44. Игры с природой в условиях риска. Матрица рисков. Критерии Байеса и Лапласа.
45. Игры с природой в условиях неопределенности. Матрица рисков. Критерии Вальда, крайнего оптимизма, Сэвиджа, Гурвица.
46. Сетевая модель и ее основные элементы.
47. Цели и задачи сетевого моделирования.
48. Параметры сетевой модели и методы их расчета.
49. Понятие оптимального сетевого графика.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации**

#### **Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий**

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

#### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий**

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

#### **Критерии формирования оценок по зачету с оценкой**

**«Отлично/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

**«Хорошо/зачтено»** – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – студент допустил существенные ошибки.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

## Критерии формирования оценок по зачету

**«Зачтено»»** - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»»** - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

Экспертный лист  
оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине « Математическое моделирование систем и процессов »

по направлению подготовки/специальности

23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей  
шифр и наименование направления подготовки/специальности

Мосты

профиль / специализация

квалификация выпускника

1. Формальное оценивание			
Показатели	Присутствуют	Отсутствуют	
Наличие обязательных структурных элементов:			
– титульный лист			
– пояснительная записка			
– типовые оценочные материалы			
– методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания			
Содержательное оценивание			
Показатели	Соответствует	Соответствует частично	Не соответствует
Соответствие требованиям ФГОС ВО к результатам освоения программы			
Соответствие требованиям ОПОП ВО к результатам освоения программы			
Ориентация на требования к трудовым функциям ПС (при наличии утвержденного ПС)			
Соответствует формируемым компетенциям, индикаторам достижения компетенций			

Заключение: ФОС рекомендуется/ не рекомендуется к внедрению; обеспечивает/ не обеспечивает объективность и достоверность результатов при проведении оценивания результатов обучения; критерии и показатели оценивания компетенций, шкалы оценивания обеспечивают/ не обеспечивают проведение всесторонней оценки результатов обучения.

Эксперт, должность, ученая степень, ученое звание \_\_\_\_\_ / Ф.И.О.

(подпись)

МП