

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Егорова Галина Викторовна
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 28.09.2023 09:45:03
Уникальный программный ключ:
4963a4167398d8232817460cf5aa76d186dd7c25

Министерство образования Московской области
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
«Государственный гуманитарно-технологический университет»

(ГГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
проректор



26 июня 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.04

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование
Направленность (профили) программы	Математика, Физика
Квалификация выпускника	Бакалавр
Форма обучения	Очная

2023 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена на основе учебного плана 44.03.05 Педагогическое образование по профилям: Математика, Физика 2023 года начала подготовки (очная форма обучения).

«Математическое моделирование» - это дисциплина, изучающая структуру и свойства математических моделей, а также способы описания различных систем и процессов с помощью математических методов.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 Цели дисциплины

Создание у студентов педагогических направлений подготовки целостного представления о принципах математического моделирования при изучении различных процессов и систем.

2.2 Задачи дисциплины

Для успешного изучения дисциплины необходимо выполнить следующие задачи:

- изучение структуры и свойств математических моделей;
- изучение основных этапов построения математических моделей;
- формирование навыков построения математических моделей различных систем и процессов.

2.3 Знания и умения обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:	Коды формируемых компетенций
Профессиональные компетенции (ПК):	
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета)
	ПК-1.2 Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО
	ПК-1.3 Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.01.04

Программа курса предполагает наличие у студентов знаний по дисциплинам: «Использование информационных технологий в физике», «Общая физика», «Математический анализ».

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Название разделов (модулей) и тем	Контактная работа (аудиторные занятия)			Самост. работа	Промеж. аттестация
	Семестр	Лекции	Практические занятия		
<i>Тема 1. Роль математического моделирования в технике.</i>	10	4	4	9	

Название разделов (модулей) и тем	Контактная работа (аудиторные занятия)			Самост. работа	Промеж. аттестация
	Семестр	Лекции	Практические занятия		
<i>Тема 2. Структура и свойства математических моделей.</i>	10	4	4	9	
<i>Тема 3. Математические модели простейших типовых элементов.</i>	10	4	4	9	
<i>Тема 4. Математические модели различных систем.</i>	10	6	6	9	
ИТОГО в 10 семестре		18	18	36	зачет

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ)

Лекционный курс

Тема 1. Роль математического моделирования в технике. Моделирование и технический прогресс. Основные этапы математического моделирования. Математические модели в инженерных дисциплинах.

Тема 2. Структура и свойства математических моделей. Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Особенности функциональных моделей. Иерархия математических моделей и формы их представления.

Тема 3. Математические модели простейших типовых элементов. Электрические двухполюсники. Простейшие элементы механических систем. Некоторые элементы тепловых систем. Модели элементов гидравлических систем.

Тема 4. Математические модели различных систем. Дуальные электрические цепи. Двойственность электромеханической аналогии. Математическая модель линейного осциллятора. Примеры математических моделей тепловых и гидравлических систем. Формализация построения математической модели сложных систем.

Практические занятия

Тема 1. Роль математического моделирования в технике.

Практическое занятие №1. Введение в линейную алгебру.

Учебные цели:

- рассмотреть примеры применения систем линейных уравнений в моделировании.

Практическое занятие №2. Линейное программирование.

Учебные цели:

рассмотреть примеры применения и изучить методы решения задач линейного программирования.

Тема 2. Структура и свойства математических моделей.

Практическое занятие №3. Нелинейное программирование.

Учебные цели:

рассмотреть примеры применения и изучить методы решения задач нелинейного программирования.

Практическое занятие №4. Многокритериальная оптимизация.

Учебные цели:

изучить свойства и методы решения многокритериальных задач.

Тема 3. Математические модели простейших типовых элементов.

Практическое занятие №5. Дискретное программирование.

Учебные цели:

рассмотреть примеры применения и изучить методы решения задач дискретного программирования.

Практическое занятие №6. Методы анализа и оптимизации динамических систем.

Учебные цели:

изучить принципы анализа и программирования динамических систем.

Тема 4. Математические модели различных систем.

Практическое занятие №7. Оптимизационные задачи теории графов.

Учебные цели:

изучить методы решения задач с помощью применения теории графов.

Практическое занятие №8. Календарное планирование.

Учебные цели:

изучить характеристики моделей и методы календарного планирования.

Практическое занятие №9. Управление запасами.

Учебные цели:

изучить методы решения задач управления запасами для различных условий.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для закрепления знаний, полученных в результате теоретического курса и практических занятий, а также эффективного их использования в дальнейшей профессиональной деятельности, студентам предлагается по каждой теме практических занятий самостоятельно решить ряд задач и вопросов. Решенные задания оформляются в виде отчета и сдаются на проверку преподавателю. В ходе проверки выявляются ошибки и недочеты, и устраняются под руководством преподавателя на следующих практических занятиях.

После успешного выполнения всех заданий для самостоятельной работы, студенты выполняют контрольную работу в середине (после выполнения заданий 1-5) и в конце курса (после выполнения заданий 6-9).

Содержание самостоятельной работы студентов:

При выполнении заданий необходимо использовать: лекционный материал; методики полученные на практических занятиях; основную и дополнительную литературу.

Задание 1. Введение в линейную алгебру.

1. Дайте определение n -мерного вектора. Что такое координата вектора? Что называется размерностью вектора? Какие два вектора называются равными между собой? Что такое нуль-вектор?
2. Дайте определение суммы и скалярного произведения двух n -мерных векторов и произведения вектора на число.
3. Что такое прямоугольная матрица размера $(m \times n)$? Какая матрица называется квадратной? Треугольной? Единичной? Нулевой? Что такое транспонированная матрица? Является ли вектор матрицей?
4. Дайте определения операций сложения матриц и умножения матриц на число.
5. Сформулируйте определение операции умножения матрицы на матрицу.
6. Дайте определение определителя n -го порядка и опишите его свойства.
7. Выведите формулы Крамера.
8. Что такое линейная комбинация векторов? Какая система векторов называется линейно зависимой и линейно независимой системой векторов.
9. Что такое выпуклая линейная комбинация векторов, выпуклое множество?
10. Что называется максимальной линейно независимой подсистемой (базисом) конечной системы n -мерных векторов? Дайте определение линейного пространства, линейной оболочки, выпуклой линейной оболочки.
11. Дайте определение ранга конечной системы векторов.
12. Сформулируйте понятие решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Что такое неотрицательное решение?
13. Какая СЛАУ называется совместной? Несовместной? Совместной и определенной? Совместной и неопределенной? Какие две СЛАУ называются эквивалентными?
14. Что значит исследовать СЛАУ? Решить СЛАУ?
15. Выведите формулы исключения.
16. Опишите метод последовательного исключения неизвестных Жордана для исследования СЛАУ.
17. Что такое общее решение? Базисное? Частное?

Задание 2. Линейное программирование.

1. В каком соотношении находятся понятия: «крайняя точка допустимого множества», «вершина допустимого многогранника» и «базисное решение»?

2. В чем отличие невырожденного базисного решения от вырожденного?
3. Может ли быть оптимальное решение вырожденным базисным решением?
4. Каков экономический смысл двойственной оценки?

Задание 3. Нелинейное программирование.

1. Решите графическим способом следующую задачу:

$$\max(2x_1 + 3x_2)$$

при ограничениях

$$x_1^2 + x_2^2 \leq 16,$$

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

2. Проверьте выпуклость (строгую выпуклость) следующих функций:

а) $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2^2 + 4x_2x_3 + x_3^2;$

б) $f(x_1, x_2, x_3) = x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3;$

в) $f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + x_2^2 - 4x_1x_2 - 4x_2x_3.$

3. Докажите, что ограничения задачи 1 определяют выпуклое множество.
4. Проверьте выполнение условий теоремы Куна – Таккера для задачи 1.

Задание 4. Многокритериальная оптимизация.

1. Чем отличается задача многокритериальной оптимизации от общей задачи математического программирования?
2. Что является оценкой допустимого решения в задаче многокритериальной оптимизации?
3. Объясните смысл понятия доминирования по Парето.
4. Какие решения задачи многокритериальной оптимизации называются оптимальными по Парето?
5. Инвестор рассматривает четыре инвестиционные операции со случайными эффективностями, которые описываются случайными величинами E_1, E_2, E_3, E_4 с известными рядами распределения:
 1. (0,1/2) (2,1/4) (4,1/8) (16,1/8);
 2. (2,1/2) (4,1/4) (6,1/8) (18,1/8);
 3. (0,1/4) (4,1/4) (6,1/3) (12,1/6);
 4. (2,1/4) (6,1/4) (8,1/3) (14,1/6).
6. Определите, какие из этих операций оптимальны по Парето.
7. Объясните, почему независимо от предпочтений лица, принимающего решение, лучшим может быть признано только решение, оптимальное по Парето.
8. Чем отличается оптимальность решений по Парето и по Слейтеру?

Задание 5. Дискретное программирование.

1. Какова формальная запись «задачи коммивояжера»?
2. Как решать задачи о назначении?
3. Как решать с помощью алгоритма динамического программирования комбинаторные задачи ДП?
4. Какова основная идея метода ВИГ? В чем состоят особенности его реализации при решении конкретных классов задач?
5. Каким образом производится ветвление при решении задач методом ВИГ?
6. Сформулируйте критерии окончания ветвления при решении задач методом ВИГ.
7. Каким образом меняются критерии окончания ветвления при решении задач с целочисленными коэффициентами в целевой функции, если нас интересует нахождение только оптимального решения?
8. Что называется рекордом в методе ВИГ?

Задание 6. Методы анализа и оптимизации динамических систем.

1. Что такое динамический элемент и динамическая система?
2. Почему экономика является динамической системой?
3. В чем суть понятий: «акселератор», «мультипликатор», «инерционное звено», «колебательное звено»? Как эти понятия используются в экономике?
4. В чем сходство и различие дискретного и непрерывного вариантов динамической модели Кейнса?
5. В чем отличие модели Самуэльсона-Хикса от динамической модели Кейнса?
6. Что такое передаточная функция?
7. Что понимается под устойчивостью линейной динамической системы?
8. Можно ли говорить о передаточной функции нелинейной динамической системы?
9. Из каких элементов состоит модель Солоу?
10. Из каких элементов состоит замкнутая трехсекторная модель экономики?
11. В чем отличие регулирования от прямого управления динамической системой?
12. Как ставится задача оптимального управления динамической системой?
13. В чем суть принципа максимума Понтрягина?

Задание 7. Оптимизационные задачи теории графов.

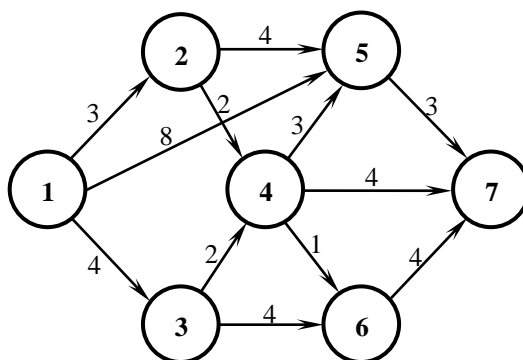


Рис. Ориентированный граф

1. Для графа на рис. найдите множества $A(1)$, $B(4)$.
2. Для графа на рис. определите количество путей из вершины 1 в вершину 7, включающих ровно четыре дуги.
3. Для графа на рис. определите количество циклов для подграфа, который не содержит вершин 5 и 7.
4. Для графа на рис. определите, является ли деревом подграф, содержащий дуги (1,3), (3,4), (4,5), (4,7), (5,7).
5. Для графа на рис. найдите какое-либо остовное дерево.
6. Граф имеет k вершин и является деревом. Докажите, что число дуг в этом графе должно быть равно $k - 1$.
7. Как можно использовать информацию, полученную в ходе работы алгоритма, для нахождения кратчайшего пути от вершины 1 до любой внутренней вершины графа, представленного на рис.?
8. С помощью алгоритма нахождения кратчайшего пути найдите для графа на рис. кратчайший путь от вершины 3 к вершине 7.
9. Предположим, что для графа на рис. перемещение от вершины 2 к вершине 4 временно невозможно (ремонт пути). Найдите кратчайший путь от вершины 1 к вершине 7.
10. Предположим, что в графе нет ни одного пути, соединяющего начальную вершину с конечной. На каком этапе работы алгоритма поиска кратчайшего пути может быть выявлена эта ситуация? В какой шаг алгоритма следует ввести проверку дополнительного условия?
11. Найдите минимальное остовное дерево для графа, представленного на рис.

Задание 8. Календарное планирование.

Используя исходные данные, представленные в табл., выполните следующие виды работ:

1. Изобразите графически процесс обработки деталей на двух станках для следующей произвольно выбранной очередности запуска деталей в обработку: $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow E$. Определите длительность совокупного производственного цикла, время простоя станков и время прослеживания деталей;
2. Решите задачу Джонсона для частного варианта ее постановки, когда число станков $n=2$;
3. Изобразите графически расписание работы технологической линии для найденной оптимальной очередности запуска деталей в обработку. Определите суммарное время простоя каждого станка и суммарное время пролеживания деталей перед каждым станком;
4. Рассчитайте длительность совокупного производственного цикла для найденной оптимальной очередности запуска деталей в обработку и сравните ее с величиной, полученной графическим способом;
5. Докажите оптимальность полученного решения;
6. Оцените эффективность полученного решения;
7. Сформируйте экономико-математические модели задачи Джонсона для ее частной и общей постановки.

Таблица

Шифр детали, i	Время обработки i -й детали на j -м станке, t_{ij} мин	
	1	2
А	2	3
Б	8	3
В	4	6
Г	9	5
Д	6	8

E	9	7
$\sum_{i=1}^{m=6} t_{ij}$	38	32

Задание 9. Управление запасами.

1. Страховая компания для выплат потерпевшим в авариях автомобилистам при наступлении страхового случая должна иметь необходимое количество свободных денежных средств. В среднем за месяц выплачивается $\mu=300000$ руб. Накладные расходы по доставке необходимого количества финансовых средств из банка составляют $g=5000$ руб. Стоимость сохранения h каждой тысячи рублей в месяц службой безопасности компании, с учетом использования систем сигнализации и сейфового оборудования, равна 300 руб. Дефицит наличных денежных средств не допускается. Найдите оптимальные: объем заказываемого количества денег в банке, интервал между заказами, среднесуточные издержки компании.
2. На нефтебазу бензин привозят на танкере. Накладные расходы g в расчете на партию бензина составляют 50000 руб. Ежедневно база отпускает $\mu=4000$ т. бензина. Затраты на хранение h примем равными 0,5 руб. за одну тонну бензина в сутки. Поставка осуществляется по первому требованию – мгновенно. Дефицит бензина на базе не допускается. Найдите оптимальные: объем заказываемой партии q , длительность цикла T^* работы системы и общие среднесуточные издержки L^* .

Перечень литературных источников для самостоятельной работы обучающихся

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - М. : Флинта, 2011. - 271 с. - ISBN 978-5-9765-1278-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (24.01.2017).
2. Диков, А.В. Математическое моделирование и численные методы : учебное пособие / А.В. Диков, С.В. Степанова ; под ред. Г.В. Сугрובה. - Пенза : ПГПУ, 2000. - 162 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=96973> (24.01.2017).

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации приведен в приложении.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература:

1. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие : [16+] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 271 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>
2. Гусева, Е. Н. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2021. – 216 с. – (Информационные технологии). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83540>.

7.2. Дополнительная литература:

1. Осипенко, С.А. Экономико-математическое моделирование : учебно-методическое пособие / С.А. Осипенко. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 147 с. : ил., табл; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481040>
2. Иванов, В.В. Математическое моделирование : учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. - 88 с. : схем., табл.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459482>
3. Поздеев, А.Г. Основы математического моделирования : практикум / А.Г. Поздеев, Ю.А. Кузнецова - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 92 с. : граф., табл., ил; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483708>

8. ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Все обучающиеся университета обеспечены доступом к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Ежегодное обновление современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем отражено в листе актуализации рабочей программы.

Современные профессиональные базы данных:

1. Основы математического моделирования - Типы математических моделей <https://www.youtube.com/watch?v=uGLqPbTHNTA>
2. Моделирование систем. Основные понятия и принципы. Классификация моделей <https://www.youtube.com/watch?v=3DiJh0c5f4&vl=ru>
3. Особенности экономики как объекта математического моделирования <https://www.youtube.com/watch?v=-O-n-Q2W3o>

Электронные библиотеки:

- ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com>;
- ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»: <http://biblioclub.ru>.
- ЭБС «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
- ЭБС «BOOK.ru»: <https://www.book.ru/>
- ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studmedlib.ru/>
- База научных статей издательства «Грамота»: <http://www.gramota.net/>

Информационно-справочные системы: <http://www.google.ru/>, www.yandex.ru/

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеется в наличии следующая материально-техническая база:

Аудитории	Программное обеспечение
<ul style="list-style-type: none">- учебная аудитория для проведения учебных занятий по дисциплине, оснащенная компьютером с выходом в интернет, мультимедиа проектором;- помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ГГТУ;- специализированная аудитория для проведения лабораторных работ по дисциплине, оснащенная набором реактивов и лабораторного оборудования;	Операционная система Пакет офисных приложений Браузер Firefox, Яндекс

10. ОБУЧЕНИЕ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

Автор (составитель): доцент, к.ф.-м.н. Сачков С.Н.



Программа одобрена на заседании кафедры математики и экономики 26.06.2023г,
протокол № 8.

Зав. кафедрой



Каменских Н.А.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ,
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.В.01.04 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ПРОФИЛИ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА

**Орехово-Зуево
2023**

1. Индикаторы достижения компетенций:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1 Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета)
	ПК-1.2 Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО
	ПК-1.3 Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Оценка уровня освоения компетенций на разных этапах их формирования проводится на основе дифференцированного контроля каждого показателя компетенции в рамках оценочных средств, приведенных в ФОС.

Оценка «Отлично», «Хорошо», «Зачтено» соответствует повышенному уровню освоения компетенции согласно критериям оценивания, приведенных в таблице к соответствующему оценочному средству.

Оценка «Удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения компетенции согласно критериям оценивания, приведенных в таблице к соответствующему оценочному средству.

Оценка «Неудовлетворительно», «Незачтено» соответствует показателю «компетенция не освоена».

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания
1	2	3	4	5
<i>Оценочные средства для проведения текущего контроля</i>				
1	Реферат (показатель компетенции «Знание»)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Оценочное средство показывает уровень знаний по исследуемому вопросу и умение интерпретировать полученные результаты	Тематика рефератов	Оценка «Отлично»: используется основная литература по проблеме, дано теоретическое обоснование актуальности темы, проведен анализ литературы, показано применение теоретических положений в профессиональной деятельности, работа корректно оформлена (орфография, стиль, цитаты, ссылки и т.д.). Изложение материала работы отличается логической последовательностью, наличием иллюстративно-аналитического материала (таблицы, диаграммы, схемы и т.д. – при необходимости), ссылок на литературные и нормативные источники. Оценка «Хорошо»: использована основная литература по теме (методическая и научная), дано теоретическое

				<p>обоснование темы, раскрыто основное содержание темы, работа выполнена преимущественно самостоятельно, содержит проблемы применения теоретических положений в профессиональной деятельности. Изложение материала работы отличается логической последовательностью, наличием иллюстративно-аналитического материала (таблицы, диаграммы, схемы и т. д. - при необходимости), ссылок на литературные и нормативные источники. Имеются недостатки, не носящие принципиального характера, работа корректно оформлена.</p> <p>Оценка «Удовлетворительно» - библиография ограничена, нет должного анализа литературы по проблеме, тема работы раскрыта частично, работа выполнена в основном самостоятельно, содержит элементы анализа реальных проблем. Не все рассматриваемые вопросы изложены достаточно глубоко, есть нарушения логической последовательности.</p> <p>Оценка «Неудовлетворительно» - не раскрыта тема работы. Работа выполнена несамостоятельно, носит описательный характер, ее материал изложен неграмотно, без логической последовательности, ссылок на литературные и нормативные источники</p>
2	<p>Расчетная работа (решение задач)</p> <p>(показатель компетенции «Умение»)</p>	Средство проверки умения пользоваться навыками применения полученных знаний по заранее определенной методике для решения задач.	Задачи	Оценка « <i>Отлично</i> »: продемонстрировано понимание методики решения задачи и ее применение. Решение качественно оформлено (аккуратность, логичность). Использован нетрадиционный подход к решению задачи.

				<p>Оценка «Хорошо»: продемонстрировано понимание методики решение и ее применение. Решение задачи оформлено. Оценка «Удовлетворительно»: продемонстрировано понимание методики решения и частичное ее применение. Оценка «Неудовлетворительно»: задача не решена.</p>
3.	<p>Практические задания (показатель компетенции «Владение»)</p>	<p>Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины.</p>	<p>Практические задания</p>	<p>Оценка «Отлично»: продемонстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Оценка «Хорошо»: продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении методов и методик дисциплины незначительные неточности, показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Оценка «Удовлетворительно»: продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки при применении методов и методик дисциплины. Оценка «Неудовлетворительно»: не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины.</p>
<i>Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации</i>				
3	<p>Зачет (показатель компетенции «Знание»)</p>	<p>Контрольное мероприятие, которое проводится по дисциплине в виде, предусмотренном учебным планом, по окончании их изучения.</p>	<p>Вопросы к зачету</p>	<p>Оценка «зачтено» - <i>повышенный уровень</i> предполагает: – знание основных</p>

				<p>теоретических положений вопроса;</p> <ul style="list-style-type: none"> – умение анализировать изучаемые дисциплиной явления, факты, действия; – умение содержательно и стилистически грамотно излагать суть вопроса. <p>Оценка «зачтено» - базовый уровень предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неполноту изложения информации; – оперирование понятий на бытовом уровне; – отсутствие связи в построении ответа; – неумение выделить главное; – отсутствие выводов. <p>Оценка «не зачтено» – компетенция не освоена» предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – незнание понятийного аппарата; – незнание методологических основ проблемы; – незнание теории и истории вопроса; – отсутствие умения анализировать учебный материал.
--	--	--	--	---

3. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для проведения текущего контроля знаний

Тематика рефератов

1. Использование пакета COMSOL Multiphysics для моделирования физических процессов.
2. Использование пакета SolidWorks для моделирования физических процессов.
3. Использование пакета OpenModelica для моделирования физических процессов.
4. Использование пакета Xcos для моделирования физических процессов.
5. Использование пакета Cobalt для моделирования физических процессов.
6. Использование пакета PLAXIS 3D для моделирования физических процессов.
7. Использование пакета SpaceClaimEngineer для моделирования физических процессов.
8. Использование пакета 3D Orchard для моделирования физических процессов.
9. Использование пакета ZW3D для моделирования физических процессов.
10. Использование пакета CreoElements/Pro для моделирования физических процессов.
11. Использование пакета OpenModelica для моделирования физических процессов.

12. Использование пакета MATLAB для моделирования физических процессов.
 13. Использование пакета STATISTICA для моделирования физических процессов.

Задачи.

1. Найдите производственную программу предприятия по известной матрице коэффициентов прямых затрат

$$A = \begin{pmatrix} 0,30 & 0,09 & 0,08 \\ 0,08 & 0,24 & 0 \\ 0,07 & 0,06 & 0 \end{pmatrix}$$

и заданному вектору конечного продукта

$$Y = \begin{pmatrix} 153,4 \\ 17,2 \\ 38,4 \end{pmatrix}.$$

2. Инвестор, располагающий суммой в 300 тыс. евро, может вложить свой капитал в акции автомобильного концерна A и строительного предприятия B . Чтобы уменьшить риск, акций A должно быть приобретено по крайней мере в два раза больше, чем акций B , причем последних можно купить не более чем на 100 тыс. евро. Дивиденды по акциям A составляют 8%, по акциям B – 10% в год.

Какую максимальную прибыль можно получить в первый год?

3. Фирма выпускает три вида кожаных изделий. На изготовление единицы продукции первого вида затрачивается 0,2 ч. работы дубильного участка, 0,6 ч. работы раскройного участка и) ч. работы завершающего участка; на изготовление второго изделия – 0,3, 0,5, и 0 ч.; на изготовление третьего изделия – 0,4, 0,4 и 0,8 ч. соответственно. Прибыль от единицы продукции первого вида – 6 ден. ед., второго вида – 7 ден. ед., третьего вида – 10 ден. ед. В течении месяца рабочее время каждого участка ограничено следующим образом:

дубильный участок – 320 ч.;

раскройный участок – 400 ч.;

завершающий участок – 160 ч.

Сколько изделий каждого вида должна выпустить фирма за месяц, чтобы прибыль была максимальной?

4. Рекламное объявление в газете стоит c_1 руб., минута телерекламы – c_2 руб. Недельный рекламный бюджет фирмы составляет Q руб. Прибыль фирмы за неделю с учетом затрат на рекламу равна

$$f(x_1, x_2) = a_1 x_1 + a_2 x_2 - b_1^2 x_1^2 - b_2^2 x_2^2 + d,$$

где x_1 - число объявлений в газете;

x_2 - число минут рекламного времени.

Все числа $a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, d, Q$ положительные.

Определите x_1, x_2 , обеспечивающие максимум прибыли фирмы за неделю. Найдите условия существования оптимального решения и зависимость его параметров.

5. Решите задачу оптимизации деятельности фирмы с производственной функцией

$$f(x_1, x_2) = \alpha \ln x_1 + \beta \ln x_2, \quad \alpha > 0, \quad \beta > 0.$$

6. Постройте область компромисса в задаче двухкритериальной оптимизации:

$$Z_1 = (2x_1 + 3x_2) \rightarrow \max,$$

$$Z_2 = (x_1 - 2x_2) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \geq 1, \\ -x_1 + x_2 \leq 1, \\ 0 \leq x_1 \leq 3, \\ 0 \leq x_2 \leq 2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 1, \\ -x_1 + x_2 \leq 1, \\ 0 \leq x_1 \leq 3, \\ 0 \leq x_2 \leq 2. \end{cases}$$

$$0 \leq x_1 \leq 3,$$

$$0 \leq x_2 \leq 2.$$

7. Методом последовательных уступок решите задачу трехкритериальной оптимизации:

а) $Z_1 = (2x_1 + 3x_2) \rightarrow \max,$

$$Z_2 = (2x_1 - x_2) \rightarrow \max,$$

$$Z_3 = x_2 \rightarrow \min,$$

$$\delta_1 = 9, \delta_2 = 3,$$

$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ 2x_1 - x_2 \leq 5, \\ 1 \leq x_1 \leq 4, \\ 1 \leq x_2 \leq 6; \end{cases}$$

$$1 \leq x_1 \leq 4,$$

$$1 \leq x_2 \leq 6;$$

б) $Z_1 = x_1 \rightarrow \max,$

$$Z_2 = (x_1 + x_2) \rightarrow \max,$$

$$Z_3 = (x_1 + x_2) \rightarrow \min,$$

$$\delta_1 = 5, \quad \delta_2 = 1,$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 6, \\ x_2 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

$$x_2 \leq 3,$$

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

8 Решите методом ВИГ следующие задачи ЦЛП:

- а). $(3x_1 + 4x_2) \rightarrow \max,$
 $3x_1 + 2x_2 \leq 24,$
 $x_1 + 4x_2 \leq 27,$
 $x_1, x_2 \geq 0,$
 x_1, x_2 – целые;
- б). $(-x_1 - x_2) \rightarrow \min,$
 $2x_1 + 11x_2 \leq 38,$
 $x_1 + x_2 \leq 7,$
 $x_1, x_2 \geq 0,$
 x_1, x_2 – целые;

9. Решите задачу о нагрузке самолета контейнерами двух различных типов. Объем, вес и стоимость контейнера приведены в таблице.

Показатель	Тип	
	I	II
Объем, м ³	5	7
Вес, т	4	9
Стоимость, у.е.	2	3

Максимальная грузоподъемность самолета и объем багажного отсека равны соответственно 36 т. и 35 м³.

Найдите набор контейнеров, обеспечивающий максимальную стоимость груза.

10. Решите задачу распределения инвестиций между четырьмя предприятиями при следующих условиях:

ξ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$f_1(\xi)$	0	2,8	4,5	6,5	7,8	9,0	10,2	11,8	12,3	13,2	13,8
$f_2(\xi)$	0	2,5	4,1	5,5	6,5	7,5	8,0	8,5	8,8	9,0	9,0
$f_3(\xi)$	0	1,5	2,5	4,0	5,0	6,2	7,3	8,2	9,0	9,6	10,0
$f_4(\xi)$	0	2,0	3,3	4,2	4,8	5,3	5,6	5,8	6,0	6,0	6,0

11. Используя исходные данные, представленные в таблице, выполните следующие виды работ:

- Изобразите графически процесс обработки партий деталей на поточной линии для следующей выбранной очередности запуска партий деталей в обработку: А→Б→В→Г→Д. Определите длительность совокупного производственного цикла, время простоя станков и время пролеживания деталей;
- Сформируйте экономико-математическую модель задачи определения очередности запуска партий деталей в обработку для параллельно-последовательного вида движения предметов труда;
- Выберите экономико-математический метод решения рассматриваемой задачи;
- Решите задачу, используя алгоритм выбранного экономико-математического метода;
- Изобразите графически расписание работы технологической линии для найденной очередности запуска партий деталей в обработку. Определите суммарное время простоя каждого станка и суммарное время пролеживания партий деталей перед каждым станком;
- Рассчитайте длительность совокупного производственного цикла тремя способами найденной очередности запуска партий деталей в обработку и сравните ее с величиной, полученной графическим способом;
- Проанализируйте полученное решение на оптимальность;
- Оцените эффективность полученного решения.

Таблица

№ операции (рабочего места – р.м.), j	Трудоемкость (продолжительность обработки) i-й партии деталей на j-й операции, t _{ij}					$\sum_{i=1}^{n=5} t_{ij}$
	A	B	B	Г	Д	
1	6	4	4	3	3	20
2	8	2	9	4	4	27
3	7	6	6	5	5	29
4	5	6	7	4	6	28

5	6	3	5	2	7	23
6	4	6	2	2	2	16
$\sum_{j=1}^{m=6} t_{ij}$	36	27	33	20	27	

12. При закупке за рубежом завода по производству электровакуумного оборудования возник вопрос о приобретении запасных частей. Комплекты запасных частей, кроме деталей и узлов, которые наиболее часто выходят из строя, включают приборы и электронное оборудование, обеспечивающее соблюдение технологического процесса. Стоимость хранения и проведения профилактических работ в расчете на один комплект запасных частей составляет $h_T=1000$ руб. В случае выхода из строя оборудования и нехватки запасных частей завод терпит убытки в размере $P_T=10000$ руб. на каждый недостающий комплект оборудования. Стоимость одного комплекта запчастей $c=2000$ руб. Накладные расходы при доставке оборудования составляют $g=3000$ руб. Опыт эксплуатации подобных предприятий показал, что необходимое число комплектов запасного оборудования – случайная величина со следующим рядом распределения:

X	0	1	2	3
$P(X)$	1/4	1/4	1/4	1/4

Найдите (\hat{y}, \hat{Y}^*) – стратегию пополнения запасов. Чему равны минимальные общие издержки, если начальный уровень запасов $y=0$ ($y=2$), а поставка мгновенна?

Практические задания.

Задание 1. Введение в линейную алгебру.

1. Что такое линейная комбинация векторов? Какая система векторов называется линейно зависимой и линейно независимой системой векторов.
2. Что такое выпуклая линейная комбинация векторов, выпуклое множество?
3. Что называется максимальной линейно независимой подсистемой (базисом) конечной системы n -мерных векторов? Дайте определение линейного пространства, линейной оболочки, выпуклой линейной оболочки.
4. Дайте определение ранга конечной системы векторов.
5. Сформулируйте понятие решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Что такое неотрицательное решение?
6. Какая СЛАУ называется совместной? Несовместной? Совместной и определенной? Совместной и неопределенной? Какие две СЛАУ называются эквивалентными? Что значит исследовать СЛАУ? Решить СЛАУ?
7. Опишите метод последовательного исключения неизвестных Жордана для исследования СЛАУ.
8. Что такое общее решение? Базисное? Частное?

Задание 2. Линейное программирование.

1. В каком соотношении находятся понятия: «крайняя точка допустимого множества», «вершина допустимого многогранника» и «базисное решение»?
2. В чем отличие невырожденного базисного решения от вырожденного?
3. Может ли быть оптимальное решение вырожденным базисным решением?
4. Каков экономический смысл двойственной оценки?

Задание 3. Нелинейное программирование.

1. Решите графическим способом следующую задачу:

$$\max(2x_1 + 3x_2)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} x_1^2 + x_2^2 &\leq 16, \\ x_1 &\geq 0, \quad x_2 &\geq 0. \end{aligned}$$

2. Проверьте выпуклость (строгую выпуклость) следующих функций:

а) $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2^2 + 4x_2x_3 + x_3^2$;

б) $f(x_1, x_2, x_3) = x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3$;

в) $f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1^2 + x_2^2 - 4x_1x_2 - 4x_2x_3$.

3. Докажите, что ограничения задачи 1 определяют выпуклое множество.
4. Проверьте выполнение условий теоремы Куна – Таккера для задачи 1.

Задание 4. Многокритериальная оптимизация.

1. Чем отличается задача многокритериальной оптимизации от общей задачи математического программирования?
2. Что является оценкой допустимого решения в задаче многокритериальной оптимизации?
3. Объясните смысл понятия доминирования по Парето.
4. Какие решения задачи многокритериальной оптимизации называются оптимальными по Парето?
5. Инвестор рассматривает четыре инвестиционные операции со случайными эффективностями, которые описываются случайными величинами E_1, E_2, E_3, E_4 с известными рядами распределения:
 5. $(0,1/2) (2,1/4) (4,1/8) (16,1/8)$;
 6. $(2,1/2) (4,1/4) (6,1/8) (18,1/8)$;
 7. $(0,1/4) (4,1/4) (6,1/3) (12,1/6)$;
 8. $(2,1/4) (6,1/4) (8,1/3) (14,1/6)$.
6. Определите, какие из этих операций оптимальны по Парето.
7. Объясните, почему независимо от предпочтений лица, принимающего решение, лучшим может быть признано только решение, оптимальное по Парето.
8. Чем отличается оптимальность решений по Парето и по Слейтеру?

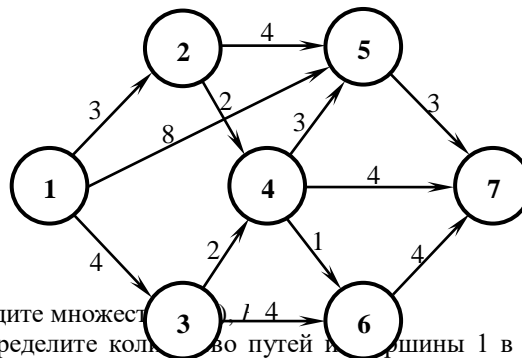
Задание 5. Дискретное программирование.

1. Какова формальная запись «задачи коммивояжера»?
2. Как решать задачи о назначении?
3. Как решать с помощью алгоритма динамического программирования комбинаторные задачи ДП?
4. Какова основная идея метода ВИГ? В чем состоят особенности его реализации при решении конкретных классов задач?
5. Каким образом производится ветвление при решении задач методом ВИГ?
6. Сформулируйте критерии окончания ветвления при решении задач методом ВИГ.
7. Каким образом меняются критерии окончания ветвления при решении задач с целочисленными коэффициентами в целевой функции, если нас интересует нахождение только оптимального решения?
8. Что называется рекордом в методе ВИГ?

Задание 6. Методы анализа и оптимизации динамических систем.

1. Что такое динамический элемент и динамическая система?
2. Почему экономика является динамической системой?
3. В чем суть понятий: «акселератор», «мультипликатор», «инерционное звено», «колебательное звено»? Как эти понятия используются в экономике?
4. В чем сходство и различие дискретного и непрерывного вариантов динамической модели Кейнса?
5. В чем отличие модели Самуэльсона-Хикса от динамической модели Кейнса?
6. Что такое передаточная функция?
7. Что понимается под устойчивостью линейной динамической системы?
8. Можно ли говорить о передаточной функции нелинейной динамической системы?
9. Из каких элементов состоит модель Солоу?
10. Из каких элементов состоит замкнутая трехсекторная модель экономики?
11. В чем отличие регулирования от прямого управления динамической системой?
12. Как ставится задача оптимального управления динамической системой?
13. В чем суть принципа максимума Понтрягина?

Задание 7. Оптимизационные задачи теории графов.



1. Для графа на рис. найдите множество путей длины 1 в вершину 7, включающих ровно четыре дуги.
2. Для графа на рис. определите количество путей длины 1 в вершину 7, включающих ровно четыре дуги.
3. Для графа на рис. определите количество циклов для подграфа, который не содержит вершин 5 и 7.
4. Для графа на рис. определите, является ли деревом подграф, содержащий дуги $(1,3), (3,4), (4,5), (4,7), (5,7)$.

Рис. Ориентированный граф

5. Для графа на рис. найдите какое-либо остовное дерево.
6. Граф имеет k вершин и является деревом. Докажите, что число дуг в этом графе должно быть равно $k - 1$.
7. Как можно использовать информацию, полученную в ходе работы алгоритма, для нахождения кратчайшего пути от вершины 1 до любой внутренней вершины графа, представленного на рис.?
8. С помощью алгоритма нахождения кратчайшего пути найдите для графа на рис. кратчайший путь от вершины 3 к вершине 7.
9. Предположим, что для графа на рис. перемещение от вершины 2 к вершине 4 временно невозможно (ремонт пути). Найдите кратчайший путь от вершины 1 к вершине 7.
10. Предположим, что в графе нет ни одного пути, соединяющего начальную вершину с конечной. На каком этапе работы алгоритма поиска кратчайшего пути может быть выявлена эта ситуация? В какой шаг алгоритма следует ввести проверку дополнительного условия?
11. Найдите минимальное остовное дерево для графа, представленного на рис.

Задание 8. Календарное планирование.

Используя исходные данные, представленные в табл., выполните следующие виды работ:

1. Изобразите графически процесс обработки деталей на двух станках для следующей произвольно выбранной очередности запуска деталей в обработку: $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow E$. Определите длительность совокупного производственного цикла, время простоя станков и время прослеживания деталей;
2. Решите задачу Джонсона для частного варианта ее постановки, когда число станков $n=2$;
3. Изобразите графически расписание работы технологической линии для найденной оптимальной очередности запуска деталей в обработку. Определите суммарное время простоя каждого станка и суммарное время пролеживания деталей перед каждым станком;
4. Рассчитайте длительность совокупного производственного цикла для найденной оптимальной очередности запуска деталей в обработку и сравните ее с величиной, полученной графическим способом;
5. Докажите оптимальность полученного решения;
6. Оцените эффективность полученного решения;
7. Сформируйте экономико-математические модели задачи Джонсона для ее частной и общей постановки.

Таблица

Шифр детали, i	Время обработки i -й детали на j -м станке, t_{ij} мин	
	1	2
А	2	3
Б	8	3
В	4	6
Г	9	5
Д	6	8
Е	9	7
$\sum_{i=1}^{m=6} t_{ij}$	38	32

Задание 9. Управление запасами.

1. Страховая компания для выплат потерпевшим в авариях автомобилистам при наступлении страхового случая должна иметь необходимое количество свободных денежных средств. В среднем за месяц выплачивается $\mu=300000$ руб. Накладные расходы по доставке необходимого количества финансовых средств из банка составляют $g=5000$ руб. Стоимость сохранения h каждой тысячи рублей в месяц службой безопасности компании, с учетом использования систем сигнализации и сейфового оборудования, равна 300 руб. Дефицит наличных денежных средств не допускается. Найдите оптимальные: объем заказываемого количества денег в банке, интервал между заказами, среднесуточные издержки компании.
2. На нефтебазу бензин привозят на танкере. Накладные расходы g в расчете на партию бензина составляют 50000 руб. Ежедневно база отпускает $\mu=4000$ т. бензина. Затраты на хранение h примем равными 0,5 руб. за одну тонну бензина в сутки. Поставка осуществляется по первому требованию – мгновенно. Дефицит бензина на базе не допускается. Найдите оптимальные: объем заказываемой партии q , длительность цикла T^* работы системы и общие среднесуточные издержки L^* .

Задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету.

1. Моделирование и технический прогресс.
2. Основные этапы математического моделирования.
3. Математические модели в инженерных дисциплинах.
4. Понятие математической модели.
5. Классификация математических моделей.
6. Структура математической модели.
7. Свойства математических моделей.
8. Структурные и функциональные модели.
9. Теоретические и эмпирические модели.
10. Особенности функциональных моделей.
11. Иерархия математических моделей и формы их представления.
12. Электрические двухполюсники.
13. Простейшие элементы механических систем.
14. Некоторые элементы тепловых систем.
15. Модели элементов гидравлических систем.
16. Дуальные электрические цепи.
17. Двойственность электромеханической аналогии.
18. Математическая модель линейного осциллятора.
19. Примеры математических моделей тепловых и гидравлических систем.
20. Формализация построения математической модели сложных систем.

Схема соответствия типовых контрольных заданий и оцениваемых знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

№	Формируемая компетенция	Показатели сформированности компетенции	Типовое контрольное задание
1	ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1.	Тематика рефератов
		ПК-1.2	Задачи
		ПК-1.3	Практические задания