

**Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Кафедра информационных технологий
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по учебной
и методической работе**

_____ Е.А. Каменева

22.04.2025 г.

Крахмалев О.Н., Рычаго М.Е.

Разработка эффективных вычислительных алгоритмов

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки:

09.03.03 - Прикладная информатика,

ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах»

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол № 54 от 15 апреля 2025 г.)*

*Одобрено советом Кафедры информационных технологий
(протокол № 2 от 09 апреля 2025 г.)*

Москва 2025

Содержание

1. Наименование дисциплины	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся.....	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	4
5.1. Содержание дисциплины.....	4
5.2. Учебно-тематический план	6
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	9
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	17
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	21
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	23
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	23

1. Наименование дисциплины

«Разработка эффективных вычислительных алгоритмов».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения(умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-3	Способность наладить и администрировать процесс построения и функционирования отказоустойчивого программного обеспечения информационных систем цифровой экономики, в том числе непрерывную поставку и развертывание программного кода	1.Применяет основные принципы организации командной работы разработчиков над проектом, процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах	Знать: основные принципы организации командной работы разработчиков проекта; процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах. Уметь: применять основные принципы организации командной работы разработчиков проекта; использовать процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах.
		2.Разрабатывает стратегию DevOps и контейнеризированные приложения, работает с системами контроля версий, создает решения для мониторинга обратной связи	Знать: основные особенности разработки стратегии DevOps и контейнеризированных приложений; специфику функционирования систем контроля версий; инструменты создания решения для мониторинга обратной связи. Уметь: разрабатывать стратегию DevOps и контейнеризированных приложений, взаимодействовать с системами контроля версий, находить решения для мониторинга обратной связи.

		3. Владеет навыками автоматизации развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также навыками автоматизации настройки серверов и инфраструктурных сервисов для обеспечения быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев	Знать: особенности автоматизации развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также особенности автоматизации настройки серверов и инфраструктурных сервисов для обеспечения быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев. Уметь: обеспечивать автоматизацию развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также обеспечивать автоматизацию настройки серверов и инфраструктурных сервисов для реализации быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев.
--	--	---	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Разработка эффективных вычислительных алгоритмов» относится к Циклу профиля (элективный) по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика, ОП «Прикладные информационные системы в экономике и финансах».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Очная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 6 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа – Аудиторные занятия	50	50
<i>Лекции</i>	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	34	34
Самостоятельная работа	58	58
Вид текущего контроля	контрольная работа	контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа – Аудиторные занятия	34	34
<i>Лекции</i>	16	16
<i>Семинары, практические занятия</i>	18	18
Самостоятельная работа	74	74
Вид текущего контроля	контрольная работа	контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

Заочная форма обучения, Институт открытого образования

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 8 (в часах)
Общая трудоемкость дисциплины	3/108	108
Контактная работа – Аудиторные занятия	10	10
<i>Лекции</i>	2	2
<i>Семинары, практические занятия</i>	8	8
Самостоятельная работа	98	98
Вид текущего контроля	контрольная работа	контрольная работа
Вид промежуточной аттестации	зачет	зачет

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма

Понятие алгоритма и его формализация. Сравнение алгоритмов по их эффективности. Временная, емкостная и интеллектуальная сложность алгоритма. Оценка О-сложности алгоритмов. Примеры классических вычислительных алгоритмов (алгоритм Евклида, модульная экспонента и др.) и анализ их эффективности на основе расчета О-сложности. Понятие о гипотезе равенства классов полиномиально-решаемых и полиномиально-проверяемых задач (проблема $P=NP$).

Тема 2. Нелинейное программирование

Формулировка модели. Графический метод: задача с линейной целевой функцией и нелинейной системой ограничений; задача с нелинейной целевой функцией и линейной системой ограничений; задача с нелинейной целевой функцией и нелинейной системой ограничений. Дробно-линейное программирование: математическая модель задачи; экономическая интерпретация и алгоритм решения задач; применение дробно-линейного программирования в экономике; сведение математической модели дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования. Метод множителей Лагранжа: алгоритм решения задач; применение метода множителей Лагранжа в экономике. Выпуклое программирование: основные определения и теоремы; алгоритм решения задачи квадратичного программирования.

Тема 3. Динамическое программирование

Основные понятия. Принципы оптимальности Р. Белламана. Общая алгоритмическая схема решения задач динамического программирования. Применение метода функциональных уравнений в определении оптимальных сроков замены оборудования. Экономические постановки задач динамического программирования: оптимальное распределение ресурсов; сетевое планирование и управление ресурсами; минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятий; оптимизация затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий и др. Метод динамического программирования для решения вычислительных задач.

Тема 4. Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики

Модели динамики общественного продукта и национального дохода: основные понятия, определения и предположения; простейшая модель воспроизводства национального дохода при произвольной функции потребления; экономический анализ решения при различных соотношениях

между темпом прироста потребления и технологическим темпом национального дохода. Макроэкономические модели Харрода — Домара, Солоу и др. Золотое правило накопления капитала. Модели динамики малых предприятий: основные понятия, определения, предположения; общий вид дифференциального уравнения, описывающего динамику функционирования малого предприятия; варианты решения задачи при различных стратегиях финансовой поддержки малых предприятий или структуры инвестиций.

5.2. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

№ п / п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля
		Всего	*Контактная работа - аудиторная работа			Самост оатель ная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия		
1	Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма	24	6	2	4	18	Выполнение и защита компьютерных заданий на практических занятиях. Домашние самостоятель ные работы, собеседование. Тестирование по отдельным темам (разделам)
2	Нелинейное программирование	30	18	6	12	12	
3	Динамическое программирование	30	16	4	12	14	
4	Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики	24	10	4	6	14	
	Всего по дисциплине	108	50	16	34	58	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		46	32	68	54	

Очно-заочная форма обучения

№ п / п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля
		Всего	*Контактная работа - аудиторная работа			Самост оатель ная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия		

1	Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма	24	4	2	2	20	Выполнение и защита компьютерных заданий на практических занятиях. Домашние самостоятельные работы, собеседование. Тестирование по отдельным темам (разделам)
2	Нелинейное программирование	30	12	6	6	18	
3	Динамическое программирование	30	10	4	6	20	
4	Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики	24	8	4	4	16	
	Всего по дисциплине	108	34	16	18	74	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		31	47	53	69	

Заочная форма обучения, Институт открытого образования

№ п / п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах					Формы текущего контроля
		Всего	*Контактная работа - аудиторная работа			Самост оитель ная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия		
1	Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма	24	4	2	2	20	Выполнение и защита компьютерных заданий на практических занятиях. Домашние самостоятельн ые работы, собеседование. Тестирование по отдельным темам (разделам)
2	Нелинейное программирование	30	2	-	2	28	
3	Динамическое программирование	30	2	-	2	28	
4	Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики	24	2	-	2	22	
	Всего по дисциплине	108	10	2	8	98	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		9	20	80	91	

* объем контактной работы в очно-заочной/заочной формах обучения и индивидуальных учебных планах определяется соответствующими учебными планами. Темы, реализуемые в виде контактной работы, определяются преподавателем самостоятельно, исходя из уровня их сложности.

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9	Формы проведения занятий
1. Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма	Понятие алгоритма и его формализация. Сравнение алгоритмов по их эффективности. Временная, емкостная и интеллектуальная сложность алгоритма. Оценка О-сложности алгоритмов. Примеры классических вычислительных алгоритмов (алгоритм Евклида, модульная экспонента и др.) и анализ их эффективности на основе расчета О-сложности. Рекомендуемые источники: 8.[1]	Интерактивная форма, работа на компьютере
2. Нелинейное программирование	Формулировка модели. Графический метод: задача с нелинейной целевой функцией и нелинейной системой ограничений. Дробно-линейное программирование: математическая модель задачи; экономическая интерпретация и алгоритм решения задач; применение дробно-линейного программирования в экономике; сведение математической модели дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования. Метод множителей Лагранжа: алгоритм решения задач. Рекомендуемые источники: 8.[1], [2].	Интерактивная форма, работа на компьютере, использование ресурсов электронных библиотечных систем
3. Динамическое программирование	Основные понятия. Общая алгоритмическая схема решения задач динамического программирования. Применение метода функциональных уравнений в определении оптимальных сроков замены оборудования. Экономические постановки задач динамического программирования: оптимальное распределение ресурсов; сетевое планирование и управление ресурсами; минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятий; оптимизация затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий и др. Рекомендуемые источники: 8.[1], [2].	Интерактивная форма, работа на компьютере, использование ресурсов электронных библиотечных систем
4. Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики	Модели динамики общественного продукта и национального дохода: основные понятия, определения и предположения; простейшая модель воспроизводства национального дохода при произвольной функции потребления; экономический анализ решения при различных	Интерактивная форма, работа на компьютере

	соотношениях между темпом прироста потребления и технологическим темпом национального дохода. Макроэкономические модели Харрода — Домара, Солоу и др. Золотое правило накопления капитала. <i>Рекомендуемые источники:</i> 8.[1], [2],[3].	
--	---	--

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
1. Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма	Понятие о гипотезе равенства классов полиномиально-решаемых и полиномиально-проверяемых задач (проблема P=NP).	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к практическим занятиям, использование ресурсов электронных библиотечных систем
2. Нелинейное программирование	Выпуклое программирование: основные определения и теоремы; алгоритм решения задачи квадратичного программирования	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к практическим занятиям, использование ресурсов электронных библиотечных систем
3. Динамическое программирование	Общая алгоритмическая схема решения задач динамического программирования. Метод динамического программирования для решения вычислительных задач.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к практическим занятиям, использование ресурсов электронных библиотечных систем
4. Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики	Модели динамики малых предприятий, варианты решения задачи при различных стратегиях финансовой поддержки малых предприятий или структуры инвестиций.	Работа с учебной литературой. Решение типовых задач. Разбор вопросов по теме занятия. Выполнение домашних заданий к практическим занятиям, использование ресурсов электронных библиотечных систем

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные задания контрольной работы

1. Используя графический метод, решить следующие задачи нелинейного программирования:

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min); \\ x_1 x_2 \geq 2; \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 16; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

$$\begin{cases} (x_1 - 2)^2 + (x_2 - 1)^2 \rightarrow \max(\min); \\ (x_1 - 1)(x_2 + 1) \leq 4; \\ x_2 \leq 3; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

2. Найдите экстремумы дробно-линейной функции $L = \frac{3x_1 - x_2}{x_1 + x_2}$ при ограничениях $x_1 + x_2 \geq 5$; $-x_1 + 3x_2 \leq 7$; $3x_1 - x_2 \leq 11$; $x_{1,2} \geq 0$.

3. Используя метод множителей Лагранжа, найти точку условного экстремума функции

$$\begin{cases} L = x_1 x_2 + x_2 x_3; \\ x_1 + x_2 = 2; \\ x_2 + x_3 = 2. \end{cases}$$

4. По плану производства продукции предприятию необходимо изготовить 180 изделий. Эти изделия могут быть изготовлены двумя технологическими способами. При производстве x_1 изделий первым способом затраты составляют $4x_1 + x_1^2$ руб., а при изготовлении x_2 изделий вторым способом $8x_2 + x_2^2$ руб. Определить, сколько изделий каждым из способов следует изготовить, чтобы общие затраты на производство продукции были минимальными.

5. Организация реализует автомобили двумя способами: через розничную и оптовую торговлю. При реализации x_1 автомобилей в розницу расходы на реализацию равны $4x_1 + x_1^2$ руб., а при продаже x_2 автомобилей оптом расходы составляют x_2^2 руб. Найти оптимальный способ реализации автомобилей, минимизирующий суммарные расходы, если общее число предназначенных для продажи автомобилей составляет 200 шт.

6. Решите следующие задачи выпуклого программирования:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + 4x_2 + x_1x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2 \rightarrow \max; \\ x_1 + 2x_2 \leq 12; \\ 3x_1 + x_2 \leq 15; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -x_1^2 - x_2^2 + x_1 + 8x_2 \rightarrow \max; \\ x_1 + x_2 \leq 7; \\ x_2 \leq 5; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{array} \right.$$

7. В таблице указан возможный прирост выпуска продукции четырьмя плодово-консервными заводами области (млн. руб.) при осуществлении инвестиций на их модернизацию с дискретностью 50 млн. руб., причем на один завод можно осуществить только одну инвестицию. Составить план распределения инвестиций между заводами, максимизирующий общий прирост выпуска продукции.

Таблица

млн.руб.

Инвестиции	Прирост выпуска продукции			
	завод 1	завод 2	завод 3	завод 4
50	25	30	36	28
100	60	70	64	56
150	100	90	95	110
200	140	122	130	142

8. Организация считает необходимым построить в трех областях пять предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции одинаковой мощности. Требуется разместить предприятия таким образом, чтобы обеспечить суммарные минимальные затраты на их строительство и эксплуатацию. Значения функции расходов $g_i(x_j)$, характеризующей величину затрат на строительство и эксплуатацию в зависимости от количества размещаемых предприятий в i -й области, приведены в таблице.

Таблица

млн. руб.

x	1	2	3	4	5
$g_1(x)$	8	14	22	29	34
$g_2(x)$	10	17	18	27	31
$g_3(x)$	11	16	15	26	31

9. Пусть $y(t)$ - интенсивность выпуска продукции некоторого предприятия. Предполагается, что с увеличением выпуска будет происходить насыщение рынка и цена товара $p(y)$ будет падать. Пусть, например, $p(y) = b - ay$ ($a, b > 0$). Скорость увеличения интенсивности выпуска продукции является возрастающей функцией дохода. Составить дифференциальное уравнение для функции $y(t)$ и, решив его, построить график этой функции.

10. Рассматривается модель, в которой скорость роста выпуска продукции зависит не от дохода, а от прибыли. Пусть $c(y) = \alpha y + \beta$ - издержки ($\alpha, \beta > 0$). Составить дифференциальное уравнение для интенсивности выпуска продукции $y(t)$, если цена продукции задана функцией $p(y) = b - ay$ ($a, b > 0$).

Примерные задания домашних самостоятельных работ

Тема: «Анализ эффективности и оценка сложности алгоритма»

1. Рассмотрим задачу вычисления количества разбиений $P(m)$ натурального числа m , то есть его представление в виде суммы натуральных чисел без учета порядка слагаемых. В канонической записи разбиения слагаемые перечисляются в невозрастающем порядке. Например, все разбиения числа $m=5$ в порядке убывания первого слагаемого допускают представление в виде:

$$5 \quad 4+1 \quad 3+2 \quad 3+1+1 \quad 2+2+1 \quad 2+1+1+1 \quad 1+1+1+1+1$$

Итого $P(5)=7$ представлений.

Существует несколько способов решения данной задачи, в том числе приближенных. Предложите программную реализацию одного из способов (на свой выбор) и оцените O -сложность предложенного алгоритма.

Тема: «Нелинейное программирование»

2. Используя графический метод, решить следующую задачу нелинейного программирования:

$$\begin{cases} (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 2)^2 \rightarrow \max(\min); \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 36; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

3. Используя метод множителей Лагранжа, найти точку условного экстремума функции

$$\begin{cases} L = 2x_1 - x_2 + x_3; \\ x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1. \end{cases}$$

Тема: «Динамическое программирование»

4. На предприятии установлено новое оборудование. Зависимость производительности этого оборудования от времени его работы, а также затраты на содержание и ремонт при разном времени использования приведены в таблице. Известно, что затраты, связанные с приобретением и установкой нового оборудования, идентичного с установленным, составляют 40 млн. руб., а заменяемое оборудование списывается. Составить такой план замены оборудования в течение пяти лет, при котором общий доход за данный период времени максимален.

Таблица

Показатель	Время, в течение которого используется оборудование					
	0	1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
Годовой выпуск продукции, млн. руб.	80	75	65	60	60	55
Ежегодные затраты на содержание и ремонт оборудования, млн.руб.	20	25	30	35	45	55

5. Для газификации поселка необходимо проложить трубопровод между двумя пунктами A и B так, чтобы суммарные затраты на его изготовление были минимальны, при условии, что исходные данные по затратам (млн. руб.) для проведения расчетов представлены на следующей схеме:

Y (север)		B	
3	8	9	10
	8	4	7
	7	8	9
5			
	7	6	8
		8	6
4	6		
	6	3	5
			9
		4	
A	X (восток)		

Тема: «Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики»

6. *Модель Харрода – Домара.* Модель описывает динамику дохода $y(t)$, который рассматривается как сумма потребления $c(t)$ и инвестиций $J(t)$. Экономика считается закрытой, поэтому чистый экспорт равен нулю, а государственные расходы в модели не выделяются. Предполагается, что скорость роста дохода пропорциональна инвестициям. Составить дифференциальные уравнения модели для случаев:

а) $c(t) = 0$, б) $c(t) = c$, в) $c(t) = c(0)e^{rt}$, где r - растущий постоянный темп.

7. *Модель Солоу.* Состояние экономики в модели Солоу задается пятью переменными: Y - конечный продукт, L - трудовые ресурсы, K - производственные фонды, J - инвестиции, C - размер непроизводственного потребления. Все переменные являются функциями времени, которое предполагается непрерывным. Годовой конечный продукт задан производственной функцией Кобба-Дугласа: $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$, $A > 0, 0 < \alpha < 1$. Конечный продукт используется на непроизводственное потребление и инвестиции: $Y = C + J$.

Обозначим через $\rho = \text{const}$ норму накопления, т.е. долю конечного продукта, используемого на инвестиции, тогда $J = \rho Y, 0 < \rho < 1$.

а) Считая прирост трудовых ресурсов пропорциональным наличным трудовым ресурсам, составить дифференциальное уравнение для функции $L(t)$ и найти закон ее изменения, если $L(0) = L_0$.

б) составить дифференциальное уравнение для производственных фондов $K(t)$, приняв во внимание, что выбытие фондов происходит с постоянным коэффициентом выбытия $\mu, 0 < \mu < 1$ и найти закон их изменения, если $K(0) = K_0$.

8. *Двухсекторная модель экономики.* Пусть K_1 и K_2 - основные производственные фонды, μ_1 и μ_2 - их нормы выбытия, I_1 и I_2 - капиталовложения. Тогда динамика основных производственных фондов описывается дифференциальными уравнениями

$$\frac{dK_1}{dt} = I_1 - \mu_1 K_1, \text{ с начальными условиями } K_1(0) = K_1^0, K_2(0) = K_2^0.$$

Для упрощения решения примем, что фондоотдача оборудования первого сектора (производство средств производства) и второго сектора (производство предметов потребления) постоянна, откуда для объема средств производства Y_1 и предметов потребления Y_2 получаем $Y_1 = \gamma_1 K_1$, $Y_2 = \gamma_2 K_2$, где γ_1 и γ_2 - соответствующие коэффициенты фондоотдачи. Предполагая, что вся продукция первого сектора идет на развитие производства и норма капиталовложений s в первый сектор постоянна, получаем следующие выражения для объемов капиталовложений $I_1 = sY_1$, $I_2 = (1-s)Y_1$, $0 \leq s \leq 1$.

Составить систему дифференциальных уравнений для функций $K_1(t)$ и $K_2(t)$ и найти динамику основных производственных средств для двух секторов экономики.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Кафедры информационных технологий Факультета информационных технологий и анализа больших данных.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня сформированности компетенций, знаний и умений

Наименование компетенции	Наименование индикаторов достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания
ПКП-3 Способность наладить и администрировать процесс построения и функционирования отказоустойчивого программного обеспечения информационных систем цифровой экономики, в том числе непрерывную поставку и развертывание программного кода	1.Применяет основные принципы организации командной работы разработчиков над проектом, процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах	Знать: основные принципы организации командной работы разработчиков проекта; процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах. Уметь: применять основные принципы организации командной работы разработчиков проекта; использовать процедуры, подходы и методы оптимизации и автоматизации процедур тестирования, доставки кода и запуска приложений на серверах.	Выделить участников группы согласно выделенной цели. Для каждого участника группы определить функциональные обязанности в ней, руководителя группы и спонсора (куратора) проекта.
	2.Разрабатывает стратегию DevOps и контейнеризованные приложения, работает с системами контроля версий, создает решения для мониторинга обратной связи	Знать: основные особенности разработки стратегии DevOps и контейнеризованных приложений; специфику функционирования систем контроля версий; инструменты создания решения для мониторинга обратной связи.	Обеспечить бесперебойную поставку ПО с помощью непрерывной интеграции рабочих процессов на основе имеющейся

		Уметь: разрабатывать стратегию DevOps и контейнеризированных приложений, взаимодействовать с системами контроля версий, находить решения для мониторинга обратной связи.	типовой информации
	3. Владеет навыками автоматизации развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также навыками автоматизации настройки серверов и инфраструктурных сервисов для обеспечения быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев	Знать: особенности автоматизации развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также особенности автоматизации настройки серверов и инфраструктурных сервисов для обеспечения быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев. Уметь: обеспечивать автоматизацию развертывания, масштабирования контейнеризированных приложений и управления ими, а также обеспечивать автоматизацию настройки серверов и инфраструктурных сервисов для реализации быстрого развертывания и сокращения времени восстановления после сбоев.	Используя инструмент поиска решения, составить несколько версий ПО для решения задачи нелинейного программирования. $\begin{cases} 3x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min); \\ x_1 x_2 \geq 2; \\ x_1^2 + x_2^2 \leq 16; \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Понятие алгоритма и его эффективности.
2. Оценка O -сложности алгоритма.
3. Нелинейное программирование. Формулировка модели.
4. Графический метод нелинейного программирования: задача с линейной целевой функцией и нелинейной системой ограничений.
5. Решение задачи нелинейного программирования с нелинейной целевой функцией и линейной системой ограничений графическим методом.

6. Задача нелинейного программирования с нелинейной целевой функцией и нелинейной системой ограничений. Решение графическим методом.
7. Дробно-линейное программирование: математическая модель задачи; экономическая интерпретация и алгоритм решения задач.
8. Применение дробно-линейного программирования в экономике.
9. Сведение математической модели дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования.
10. Метод множителей Лагранжа для задачи нелинейного программирования: алгоритм решения задач; применение метода множителей Лагранжа в экономике.
11. Выпуклое программирование: основные определения и теоремы; алгоритм решения задачи квадратичного программирования.
12. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Р. Беллмана.
13. Применение метода функциональных уравнений в определении оптимальных сроков замены оборудования.
14. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования: сетевое планирование и управление ресурсами.
15. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования: минимизация затрат на строительство и эксплуатацию предприятий.
16. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования: нахождение рациональных затрат при строительстве трубопроводов и транспортных артерий.
17. Дифференциальные уравнения в динамических моделях микро- и макроэкономики. Модели динамики общественного продукта и национального дохода: основные понятия, определения и предположения.
18. Простейшая модель воспроизводства национального дохода при произвольной функции потребления. Золотое правило накопления капитала.

19. Экономический анализ решения при различных соотношениях между темпом прироста потребления и технологическим темпом национального дохода.
20. Модели динамики малых предприятий: основные понятия, определения, предположения.
21. Общий вид дифференциального уравнения, описывающего динамику функционирования малого предприятия.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2025. — 414 с. — (Высшее образование). — ЭБС Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/559655> (дата обращения: 19.03.2025). — Текст: электронный.

б) дополнительная литература:

2. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учебное пособие для вузов / И. Л. Акулич. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 348 с. — ЭБС Лань. - URL: <https://e.lanbook.com/book/437246> (дата обращения: 19.03.2025). - Текст: электронный.
3. Применение Excel в современных корпоративных финансах = Application of Excel in corporate finance: учебное пособие для студентов бакалавриата / П. Н. Брусов [и др.]. — Москва: Финуниверситет, 2015. - 172 с. — Текст: непосредственный. - То же. - ЭБ Финуниверситета. - URL: <http://elib.fa.ru/rbook/brusov.pdf/view> (дата обращения: 19.03.2025). - Текст: электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Образовательный портал Финансового университета
2. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ)
<http://elib.fa.ru/>
3. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
5. Электронно-библиотечная система Znanium
<http://www.znanium.com>
6. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ»
<https://urait.ru/>
7. Электронно-библиотечная система издательства Проспект
<http://ebs.prospekt.org/books>
8. Электронно-библиотечная система издательства Лань
<https://e.lanbook.com/>
9. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
10. Электронная библиотека Издательского дома «Гребенников»
<https://grebennikon.ru/>
11. Математические журналы: полнотекстовая коллекция Математического института им. В.А. Стеклова РАН <https://www.mathnet.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
13. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
14. Ресурсы информационно-аналитического агентства по финансовым рынкам Cbonds.ru <https://cbonds.ru/>
15. СПАРК <https://spark-interfax.ru/>
16. CNKI. Academic Reference <https://ar.oversea.cnki.net/>
17. Электронные продукты издательства Elsevier
<http://www.sciencedirect.com>

18. Emerald: Management eJournal Portfolio
<https://www.emerald.com/insight/>
19. Реферативная база данных по математике MathSciNET
<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>
20. Коллекция научных журналов Oxford University Press
<https://academic.oup.com/journals/>
21. Электронные коллекции книг и журналов издательства Springer:
<http://link.springer.com/>
22. Платформа STATISTA <https://www.statista.com/>
23. База данных научных журналов издательства Wiley
<https://onlinelibrary.wiley.com/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация самостоятельной работы основана на учебно-тематическом плане изучения дисциплины, где указана тематика лекций, практических занятий, вопросы и задания для самостоятельного изучения.

При подготовке к практическому занятию необходимо повторить или, при необходимости, изучить соответствующий теоретический материал. Практические занятия проходят, как правило, в интерактивной форме, с использованием средств компьютерной техники и преподаватель учитывает активность студентов в процессе решения предложенных компьютерных задач и поиска ответов на вопросы. Домашние задания следует выполнять регулярно при подготовке к практическим занятиям. В большинстве своем задания являются типовыми, и образцы их решения содержатся в рекомендованных пособиях, в материалах лекций и практических занятий. Контроль выполнения домашних заданий осуществляется в ходе практических занятий в процессе выборочного собеседования. По отдельным темам учебного корпуса может быть проведено также компьютерное тестирование.

Контрольная работа (КР) является одной из основных форм текущего контроля самостоятельной работы студентов по дисциплине. Каждый вариант КР содержит несколько задач, выполняя которые студент демонстрирует умение реализовывать изученные методы на компьютере. Оценка за КР выставляется по итогам проверки отчета и является существенной компонентой оценки самостоятельной работы студента в течение семестра.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Пакет офисных программ;
2. Антивирус Kaspersky;

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Информационно-правовая система «Гарант»;
2. Информационно-правовая система «Консультант Плюс»;
3. Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>;
4. Система комплексного раскрытия информации «СКРИН» - <http://www.skrin.ru/>;

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации: - не предусмотрены.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Компьютерный класс, оснащённый системой динамического проецирования.