

Частное образовательное учреждение высшего образования
«ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Одобрено
решением Ученого совета
от «29» июля 2023г.
протокол № 2



УТВЕРЖДАЮ

Ректор Института бизнеса
и инновационных
технологий

А.И. Садыкова

«29» июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экономико-математические модели и методы

Специальность: **38.05.01 Экономическая безопасность**

Специализация: **Экономическая безопасность хозяйствующих
субъектов**

Квалификация: **Экономист**

Вологда
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.02 Менеджмент, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 N 970.

© Частное образовательное учреждение высшего образования
«Институт бизнеса и инновационных технологий»

Оглавление

1. Организационно-методический раздел. Аннотация	4
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Примерный тематический план дисциплины	6
4. Содержание учебной дисциплины	9
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
6. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины	11
7. Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	13
8. Методические рекомендации для преподавателя. Образовательные технологии	45
9. Обеспечение доступности освоения программы обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.	46
10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	48
11. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта, характеризующих этапы формирования компетенций	55
Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины.....	60

1. Организационно-методический раздел. Аннотация

Цель освоения дисциплины Экономико-математические модели и методы - формирование у обучающихся способности к использованию математических моделей для исследования экономических процессов и явлений.

Задачи освоения дисциплины:

- дать обучающимся теоретические знания и практические навыки построения и анализа экономико-математических моделей;
- обучить их умению выявления зависимостей и закономерностей в развитии явлений;
- научить пользоваться статистическими пакетами для построения экономико-математических моделей;
- овладеть навыками интерпретации полученных результатов.

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин: Математика, Экономический анализ.

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее при выполнении выпускной квалификационной работы и прохождении преддипломной практики.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Результаты освоения ООП: код и формулировка компетенции (в соответствии с учебным планом) или ее части	Код и формулировка индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-1 Способен использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты</p>	<p>ОПК-1.2 Выбирает и применяет статистико-математический инструментарий, строит экономико-математические модели необходимые для решения профессиональных задач</p>	<p>Знает: -статистико-математический инструментарий. Умеет: -применять статистико-математический инструментарий..</p>

3. Примерный тематический план дисциплины

Очная форма обучения - 4 семестр

Вид занятия	Часов по учебному плану
Контактная работа с преподавателем:	36
-занятия лекционного типа, в том числе:	14
практическая подготовка	0
-занятия семинарского типа:	
-семинарские/практические, в том числе:	0
практическая подготовка	0
-лабораторные, в том числе:	20
практическая подготовка	0
-консультации, в том числе по курсовой работе (проекту)	2
Самостоятельная работа:	36
в т.ч. курсовая работа (проект)	
Промежуточная аттестация:	
зачет	
Общая трудоемкость	72

Заочная форма обучения - 2 курс

Вид занятия	Часов по учебному плану
Контактная работа с преподавателем:	14
-занятия лекционного типа, в том числе:	4
практическая подготовка	0
-занятия семинарского типа:	
-семинарские/практические, в том числе:	0
практическая подготовка	0
-лабораторные, в том числе:	6
практическая подготовка	0
-консультации, в том числе по курсовой работе (проекту)	4
Самостоятельная работа:	54
в т.ч. курсовая работа (проект)	

контрольная работа	+
Промежуточная аттестация:	
зачет	4
Общая трудоемкость	72

Очная форма обучения

№	Раздел / Тема дисциплины	Количество часов по видам учебной работы					
		ВСЕГО	СР	контактная работа с преподавателем			
				занятия лекционного типа	семинарские/практические	лабораторные	консультации, в том числе по курсовой работе (проекту)
1	Производственная функция	12	6	2	0	4	
2	Функция спроса	12	6	2	0	4	
3	Межотраслевой баланс	10	6	2	0	2	
4	Системы массового обслуживания	12	6	2	0	4	
5	Оптимальное управление товарными запасами	8	4	2	0	2	
6	Теория игр	8	4	2	0	2	
7	Сетевое планирование	8	4	2	0	2	
	Подготовка и защита курсовой работы (проекта)						
	Промежуточная аттестация (зачет)	0	0				0
	ИТОГО	72	36	14	0	20	2
	В том числе: практическая подготовка	0		0	0	0	

Заочная форма обучения

№	Раздел / Тема дисциплины	Количество часов по видам учебной работы					
		ВСЕГО	СР	контактная работа с преподавателем			
				занятия лекционного типа	семинарские/практические	лабораторные	консультации, в том числе по курсовой работе (проекту)
1	Производственная функция	10	8	2	0	0	
2	Функция спроса	10	8	2	0	0	
3	Межотраслевой баланс	10	8	0	0	2	
4	Системы массового обслуживания	10	8	0	0	2	
5	Оптимальное управление товарными запасами	8	8	0	0	0	
6	Теория игр	8	8	0	0	0	
7	Сетевое планирование	8	6	0	0	2	
	Подготовка и защита курсовой работы (проекта) / подготовка контрольной работы						
	Промежуточная аттестация (зачет)	4	4				0
	ИТОГО	72	58	4	0	6	4
	В том числе: практическая подготовка	0		0	0	0	

4. Содержание учебной дисциплины

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

Основная учебная литература

- 1 Математическое моделирование и проектирование : учеб. пособие / А.С. Коломейченко, И.Н. Кравченко, А.Н. Ставцев, А.А. Полухин ; под ред. А.С. Коломейченко. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 181 с. — (Высшее образование: Магистратура). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59688803c3cb35.15568286. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=884599>
- 2 Многомерные статистические методы в экономике : учебник / Л.И. Ниворожкина, С.В. Арженовский. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 203 с. — (Высшее образование). — www.dx.doi.org/10.12737/21773. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=975772>
- 3 Эконометрика : теория и практика : учеб. пособие / Л.И. Ниворожкина, С.В. Арженовский, Е.П. Кокина. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 207 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://doi.org/10.12737/1698-5>. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=907587>

Дополнительная учебная литература

- 4 Научная деятельность студентов: системный анализ : монография / В.В. Байлук. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 145 с. — (Научная мысль). — www.dx.doi.org/10.12737/monography_5a66e4bb1b0ef9.56606696. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=948030>
- 5 Управление проектом: комплексный подход и системный анализ : монография / О.Г. Тихомирова. — М. : ИНФРА-М, 2018.— 300 с. — (Научная мысль). — www.dx.doi.org/10.12737/673. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=942737>

6. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины используется следующее учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение.

Программное обеспечение:

- тестирующие программные оболочки и контрольно-обучающие программы: АСТ-test; Nova-test;
- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет («Internet explorer», «Google chrome»);
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player», «Power Point»).

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Агрегатор научных журналов Directory of Open Access Journals: <https://www.doaj.org>
- Агрегатор дипломных работ и диссертаций Open Access Theses and Dissertations: <https://oatd.org>
- Поисковая система научных публикаций [Google Scholar](https://scholar.google.ru): <https://scholar.google.ru>
- Университетская информационная система РОССИЯ: <https://uisrussia.msu.ru/dp.php>
- Научная электронная библиотека КиберЛенинка: <https://cyberleninka.ru>
- Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
- справочно-правовая система: «Гарант»: <https://www.garant.ru>
- справочно-правовая система «Консультант Плюс»: <http://www.consultant.ru>
- Электронно-библиотечная система Znanium.com : www.znaniy.com
- База данных Ruslana. – Режим доступа: <http://ruslana.bvdep.com/>
- <http://nigma.ru> – интеллектуальная поисковая система (по темам объединяет результаты, полученные из разных поисковых систем).

Материально-техническое обеспечение

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- учебные аудитории, оснащенные мультимедийной техникой, позволяющей организовать отработку практических навыков обучающимися, выявить уровень сформированности компетенций методом тестирования и в других интерактивных формах;
- дидактические материалы – презентационные материалы (слайды); бланки анкет и опросов; учебные видеозаписи; комплекты схем, плакатов, стенды;

- технические средства обучения – аудио-, видео-, фотоаппаратура, иные демонстрационные средства; персональный компьютер, множительная техника (МФУ).

Для проведения текущего (рубежного) контроля и промежуточной аттестации (зачета с оценкой) методом компьютерного тестирования используются прошедшие банки тестовых заданий и лицензионная тестирующая программная оболочка типа «ACT-test», «Nova-test» и(или) другие.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО
РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ,
В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

№ п/п	Комплект лицензионного программного обеспечения		Комплект свободно распространяемого программного обеспечения	
	лицензионное программное обеспечение	лицензионное программное обеспечение отечественного производства	свободно распространяемое программное обеспечение	свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства
1	Microsoft Excel	Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный	Adobe Acrobat Reader DC	Яндекс.Браузер
2	Microsoft Office 365	Электронный периодический справочник "Система Гарант"	Архиватор 7z	Яндекс.Диск
3	Microsoft Word	Электронный периодический справочник "Система Консультант Плюс"		

7. Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине проводится на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (перечень заданий приведен ниже). Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия для обучающихся очной и заочной форм обучения.

Основными видами аудиторной самостоятельной работы являются:

- обсуждение теоретических вопросов и решение практических задач по темам дисциплины;
- работа с литературой и другими источниками информации, в том числе электронными.

Решение задач осуществляется на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Для подготовки к практическому занятию обучающиеся должны изучить соответствующую главу основного учебного пособия, рекомендованную специальную литературу и нормативные акты. Кроме того, необходим самостоятельный поиск и подбор литературы, включая монографии и журнальные публикации, информацию из сети Интернет.

Практическая задача должна иметь четкую формулировку, к

ней должны быть поставлены вопросы, ответы на которые необходимо найти и обосновать. Критерии оценки правильности решения задачи должны быть известны всем обучающимся.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит консультацию с определением цели задания, его содержания, сроков выполнения, ориентировочного объема работы, основных требований к результатам работы, критериев оценки, форм контроля и перечня литературы. В процессе консультации преподаватель предупреждает о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

- конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками, нормативно-правовой документацией;
- для закрепления и систематизации знаний: работа с конспектом лекции (обработка текста);
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов;
- решение задач.

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы обучающийся имеет право обращаться к преподавателю за консультацией с целью уточнения задания, формы контроля выполненного задания. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проводиться в письменной, устной или смешанной форме.

Для студентов заочной формы обучения результатом внеаудиторной самостоятельной работы является предоставление контрольной работы.

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области экономики страхового дела.

Цель контрольной работы – закрепить знания, накопленные в результате изучения дисциплины, приобрести навык самостоятельной работы и умение применять теорию в решении конкретных задач по оценке эффективности деятельности страховых организаций.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании

контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к практическим занятиям.

Контрольная работа должна включать: титульный лист, оглавление, ответы на вопросы, практическое задание, список использованной литературы.

Контрольная работа должна быть представлена на проверку преподавателю на практических занятиях в период сессии. Защита контрольной работы проводится в форме собеседования. Задание может выполняться студентом в период сессии в аудитории под руководством преподавателя

Контрольная работа включает 7 заданий. Для выполнения каждого задания необходимо самостоятельно по двум последним цифрам шифра личного дела (зачетной книжки) выбрать значение δ . Эти же две цифры являются номером варианта в задании 7.

Таблица определения значения δ

Из таблицы видно, что номеру зачетной книжки (шифра), например, 07–25 соответствует число $\delta = 584$, а номеру 07–43 – число $\delta = 540$, и т. д.

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		535	551	591	521	548	552	516	553	517
1	592	502	578	50	571	541	561	534	547	562
2	533	549	532	591	501	584	504	567	577	509
3	515	560	514	570	550	522	572	546	527	559
4	542	531	579	540	526	583	503	585	537	576
5	589	520	565	582	510	566	596	568	593	523
6	525	588	506	545	554	530	598	508	558	518
7	597	529	599	536	594	544	518	528	575	557
8	513	573	555	586	507	563	580	538	587	519
9	564	539	512	569	524	574	511	556	595	543

***Методические указания
к решению задач***

Предложенные задачи относятся к следующим типам моделей:

- задание 1 – производственные функции;
- задание 2 – функции спроса;
- задание 3 – межотраслевой баланс;
- задание 4 – системы массового обслуживания;
- задание 5 – оптимальное управление товарными запасами;
- задание 6 – теория игр;
- задание 7 – сетевое планирование.

Производственные функции

Пусть для производства некоторого продукта в количестве y единиц используются различные ресурсы: x_1, x_2, \dots, x_n , выраженные в соответствующих единицах. Если принята закономерность получения продукта y из ресурсов $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, т.е. если в явном виде выражена зависимость $y = f(\vec{x})$, то такая функция $f(\vec{x})$ называется производственной.

Пусть зафиксировано некоторое число y_0 . Множество в n -мерном пространстве, определяемое равенством

$$Q_{y_0} = \{ \vec{x} : f(\vec{x}) = y_0 \},$$

называется изоквантой функции $f(\vec{x})$ уровня y_0 .

Из самого определения изокванты следует, что если $\vec{x} \in Q_{y_0}$, $\vec{x}^* \in Q_{y_0}$, то ресурсы \vec{x} и \vec{x}^* обеспечивают производство одного и того же количества продукта y_0 , т. е. являются в этом смысле взаимозаменяемыми. Для организаторов производства знание изокванты позволяет недостаток одних ресурсов компенсировать увеличением других.

Рассмотрим один из возможных случаев использования производственных функций для экономического анализа. Предположим, что производственная функция для райпо имеет вид:

$$f(x_1, x_2) = 10\sqrt{x_1} \cdot \sqrt{x_2},$$

где f – товарооборот, млн руб.;

x_1 – производственная площадь, тыс. м²;

x_2 – численность работников, сотни чел.

Рассмотрим изокванту уровня $y_0 = 20$ млн руб. Из определения изокванты следует:

$$Q_{20} = \{(x_1, x_2) : 10\sqrt{x_1} \cdot \sqrt{x_2} = 20\},$$

т.е. уравнение изокванты имеет вид

$$x_1 \cdot x_2 = 4.$$

Нетрудно понять, что на графике с осями координат Ox_1, Ox_2 это множество есть известная кривая-гипербола (рис. 1).

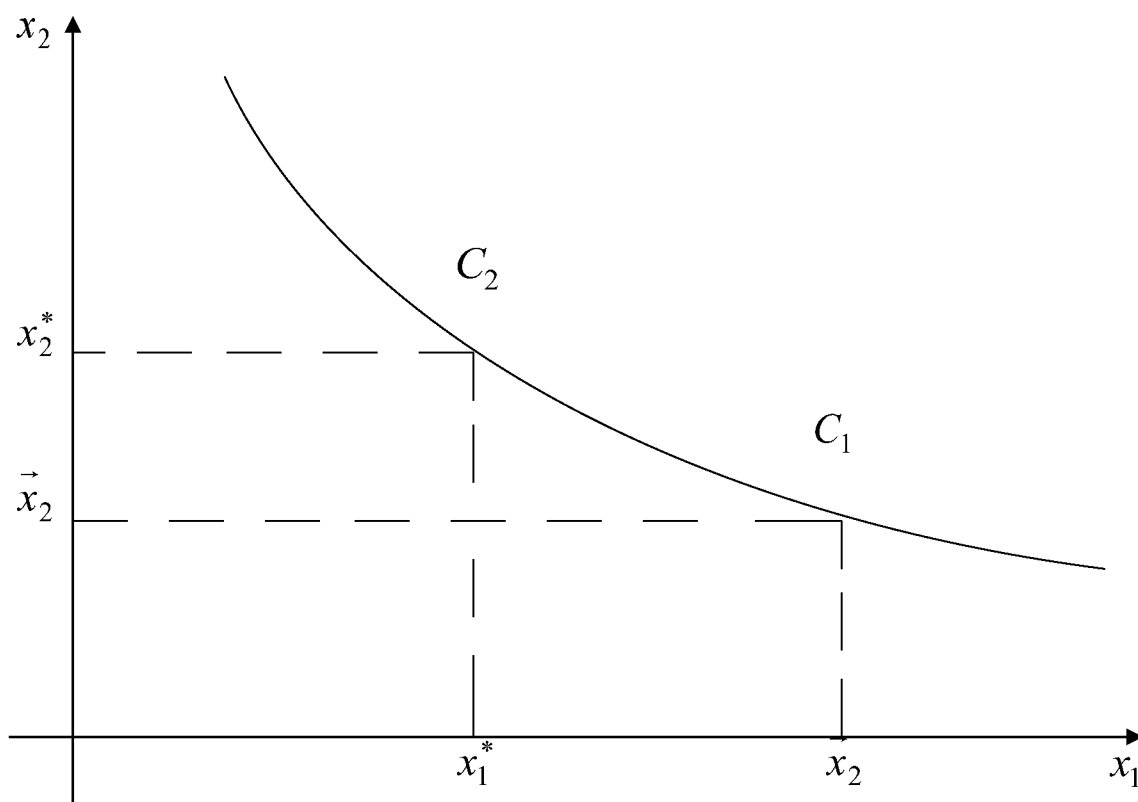


Рис. 1. Изокванта

Теперь можно, задавая значение одного из ресурсов, например, $x_1 = \vec{x}_1$, находить соответствующий ему другой $x_2 = \vec{x}_2$ из уравнения

изокванты так, чтобы точка $C_1(\vec{x}_1, \vec{x}_2)$ лежала на изокванте (см. рис. 1). Для определенности положим $\vec{x}_1 = 2$ и найдем из уравнения $x_1 \cdot x_2 = 4 : \vec{x}_2 = 2$. Или наоборот, положим $x_2 = x_2^* = 1$ и найдем $x_1^* = 4$, точка $C_2(x_1^*, x_2^*)$ также лежит на изокванте. Отсюда можно сделать вывод о том, что 200 работников райпо, используя 2 тыс. м² производственной площади, обеспечат такой же товарооборот, что и 100 человек, использующих 4 тыс. м² производственной площади.

Образец решения задачи

Пусть, например, число $\delta = 543$. Тогда уравнение изокванты:

$$10\sqrt{x_1} \cdot \sqrt{x_2} = \sqrt{643}, \quad (\sqrt{100 + 543} = \sqrt{643}).$$

Возведя обе части в квадрат и разделив их на 100, получим: $x_1 \cdot x_2 = 6,43$. Найдем координаты точки C_1 (рис. 2).

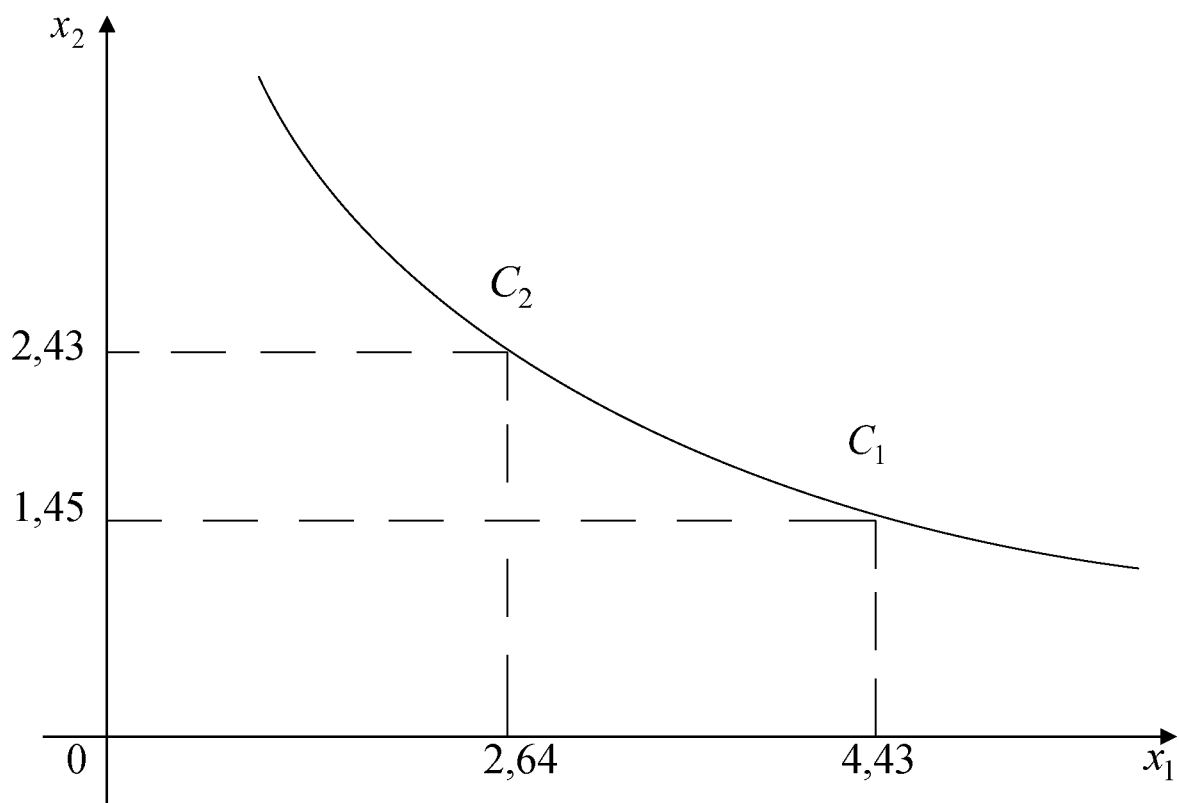


Рис. 2. Изокванта

Так как $\vec{x}_1 = \frac{(543-100)}{100} = 4,43$, то из уравнения изокванты находим $x_2 = \frac{6,43}{4,43} = 1,45$. Аналогично находим координаты точки C_2 . Так как $x_2^* = \frac{(543-300)}{100} = 2,43$, то $x_1^* = \frac{6,43}{2,43} = 2,64$.

Итак, 145 работников райпо, используя 4,43 тыс. м² производственной площади, обеспечат товарооборот $\sqrt{643} \approx 25,3$ млн руб., и такой же товарооборот могут обеспечить 243 работника райпо, используя площадь 2,46 тыс. м².

Функции спроса

Обозначим $\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ – спрос на товары, выраженный в некоторых единицах, и $\vec{p} = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ – цены на эти товары, т. е. p_i – цена на i -й товар; y_i – спрос на i -й товар. Пусть рассматривается некоторый потребитель, например, типичный представитель определенной социальной группы, и если для него удастся \vec{y} выразить через \vec{p} , т. е.

$$\vec{y} = \vec{f}(\vec{p}), \quad (1)$$

то \vec{f} называется функцией спроса.

Ввиду того, что \vec{p} , \vec{f} , \vec{y} – n -мерные векторы, равенство (1) можно представить в координатной записи следующим образом:

$$y_i = f_i(p_1, p_2, \dots, p_n), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad f = (f_1, f_2, \dots, f_n). \quad (2)$$

Разумеется, в реальной ситуации спрос зависит не только от цен, но от многих других факторов. Поэтому использование введенного понятия весьма ограничено в применении, в частности, для некоторой классификации товаров с позиции определенного потребителя.

Определим эластичность ε_{ij} по формуле

$$\varepsilon_{ij} = \frac{p_j}{f_i(\vec{p})} \cdot \frac{\partial f_i(\vec{p})}{\partial p_j}. \quad (3)$$

Величина ε_{ij} является математической идеализацией процентного изменения спроса на i -й товар при увеличении на 1% цены на j -й товар.

Например, $\varepsilon_{23} = 0,25$ – это понимается так: если цену на 3-й товар увеличить на 1%, то спрос на 2-й товар увеличится на 0,25%.

Эластичность ε_{ij} при $i = j$ называется прямой, она показывает, на сколько процентов изменится спрос на i -й товар при увеличении на 1% цены на этот же товар. Будем считать, что $\varepsilon_{ii} < 0$, т. е. увеличение цены на i -й товар приводит к снижению спроса на него.

Эластичность ε_{ij} при $i \neq j$ называется перекрестной, она показывает влияние изменения цены одного товара на спрос другого.

Классификация товаров на основе прямой и перекрестной эластичности сводится к следующему:

если $|\varepsilon_{ii}| < 1$, то i -й товар называется малоэластичным;

если $|\varepsilon_{ii}| \approx 1$, то i -й товар называется среднеэластичным;

если $|\varepsilon_{ii}| > 1$, то i -й товар называется высокоэластичным.

Если увеличение цены на j -й товар приводит к уменьшению спроса на i -й и наоборот, то эти товары называются взаимодополняемыми. Математически это соответствует неравенствам: $\varepsilon_{ij} < 0$, $\varepsilon_{ji} < 0$. Типичный пример такой пары товаров: автомобиль и бензин.

Если увеличение цены на j -й товар приводит к увеличению спроса на i -й товар и наоборот, то эти товары называются взаимозаменяемыми. Типичный пример таких товаров: сливочное масло и маргарин. Математически это соответствует неравенствам $\varepsilon_{ij} > 0$, $\varepsilon_{ji} > 0$.

Эластичности удобно записывать в виде таблицы, которая для случая трех товаров имеет вид:

Товар	1-й	2-й	3-й
1-й	ε_{11}	ε_{12}	ε_{13}
2-й	ε_{21}	ε_{22}	ε_{23}

3-й	ε_{31}	ε_{32}	ε_{33}
-----	--------------------	--------------------	--------------------

Образец решения задачи

Пусть $\delta = 543$. Тогда таблица эластичностей принимает вид:

Товар	1-й	2-й	3-й
1-й	-0,67	0,075	0,275
2-й	0,0625	-0,97	-0,225
3-й	0,229	-0,25	-1,37

Так как $|\varepsilon_{11}| = 0,67 < 1$, то 1-й товар малоэластичный;

так как $|\varepsilon_{22}| = 0,97 \approx 1$, то 2-й товар среднеэластичный;

так как $|\varepsilon_{33}| = 1,37 > 1$, то 3-й товар высокоэластичный.

Поскольку $\varepsilon_{12} = 0,075 > 0$ и $\varepsilon_{21} = 0,0625 > 0$, то 1-й и 2-й товары взаимозаменяемые.

Поскольку $\varepsilon_{13} = 0,275 > 0$ и $\varepsilon_{31} = 0,229 > 0$, то 1-й и 3-й товары взаимозаменяемые.

Поскольку $\varepsilon_{23} = -0,225 < 0$ и $\varepsilon_{32} = -0,25 < 0$, то 2-й и 3-й товары взаимодополняемые.

Межотраслевой баланс

Пусть народное хозяйство представлено n отраслями сферы материального производства. Каждая из отраслей производит один агрегированный продукт. Валовой выпуск этих продуктов отраслями обозначим x_1, x_2, \dots, x_n . Вся продукция x_i отрасли i ($i = 1, 2, \dots, n$), делится на промежуточную z_i и конечную y_i . Промежуточную продукцию потребляют в процессе производства сами отрасли. Конечная продукция предназначена для непромышленного потребления.

На основе отчетных данных о деятельности отраслей за определенный период можно составить межотраслевой баланс. Обозначим x_{ij} – объем продукта i -й отрасли, используемый за отчетный период j -й отраслью. Если представить, как

распределяется валовая продукция каждой отрасли по другим отраслям и в сфере потребления, то получится система балансовых уравнений:

$$\begin{cases} x_1 = z_1 + y_1 = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + y_1, \\ \dots \\ x_i = z_i + y_{i1} = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + y_i, \\ \dots \\ x_n = z_n + y_n = x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + y_n. \end{cases} \quad (4)$$

Преобразуем систему уравнений

$$\begin{cases} x_1 = \frac{x_{11}}{x_1} \cdot x_1 + \frac{x_{12}}{x_2} \cdot x_2 + \dots + \frac{x_{1n}}{x_n} \cdot x_n + y_1, \\ \dots \\ x_i = \frac{x_{i1}}{x_1} \cdot x_1 + \frac{x_{i2}}{x_2} \cdot x_2 + \dots + \frac{x_{in}}{x_n} \cdot x_n + y_i, \\ \dots \\ x_n = \frac{x_{n1}}{x_1} \cdot x_1 + \frac{x_{n2}}{x_2} \cdot x_2 + \dots + \frac{x_{nn}}{x_n} \cdot x_n + y_n. \end{cases} \quad (5)$$

Отношение $\frac{x_{ij}}{x_j} = a_{ij}$ называется коэффициентом прямых затрат,

означает объем продукции i -й отрасли, который требуется передать j -й отрасли, чтобы последняя произвела единицу своей валовой продукции.

Учитывая это, система уравнений примет вид:

$$\begin{cases} x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1, \\ \dots \\ x_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n + y_i, \\ \dots \\ x_n = a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n. \end{cases} \quad (6)$$

Модель межотраслевого баланса может использоваться в планировании деятельности отраслей материального производства. Если технологии производства продуктов не меняются, то коэффициенты прямых затрат остаются неизменными.

Используя систему балансовых уравнений межотраслевого баланса при известном плановом значении конечной продукции y отраслей, можно вычислить плановое производство валовой продукции x этих отраслей.

С этой целью преобразуем систему уравнений (6) и получим:

$$\begin{cases} y_1 = (1 - a_{11})x_1 - a_{12}x_2 - \dots - a_{1n}x_n, \\ \dots \\ y_i = -a_{i1}x_1 - a_{i2}x_2 - \dots - a_{in}x_n, \\ \dots \\ y_n = -a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \dots + (1 - a_{nn})x_n. \end{cases} \quad (7)$$

Решив эту систему уравнений, получим плановые объемы валовой продукции отраслей.

Образец решения задачи

$$x_{11} = 800 - 543 = 257; \quad x_{12} = 700 - 543 = 157;$$

$$x_{21} = 750 - 543 = 207; \quad x_{22} = 850 - 543 = 307;$$

$$x_1 = 257 + 157 + 300 = 714;$$

$$x_2 = 207 + 307 + 220 = 734.$$

а. Вычислим коэффициенты прямых затрат:

$$a_{11} = \frac{x_{11}}{x_1} = \frac{257}{714} = 0,359;$$

$$a_{12} = \frac{x_{12}}{x_2} = \frac{157}{734} = 0,213;$$

$$a_{21} = \frac{x_{21}}{x_1} = \frac{207}{714} = 0,289;$$

$$a_{22} = \frac{x_{22}}{x_2} = \frac{307}{734} = 0,418.$$

б. Вычислим плановый объем валовой продукции отраслей:

$$\begin{cases} (1 - 0,359)x_1 - 0,213x_2 = 350, \\ -0,289x_1 + (1 - 0,418)x_2 = 250; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,641x_1 - 0,213x_2 = 350, \\ -0,289x_1 + 0,582x_2 = 250. \end{cases}$$

Выразим из первого уравнения x_1 :

$$0,641x_1 = 350 + 0,213x_2;$$

$$x_1 = \frac{350}{0,641} + \frac{0,213}{0,641}x_2;$$

$x_1 = 546,021 + 0,332x_2$ и подставим во второе уравнение:

$$-0,289(546,021 + 0,332x_2) + 0,582x_2 = 250;$$

$$-157,8 - 0,095x_2 + 0,582x_2 = 250;$$

$$0,582x_2 - 0,095x_2 = 250 + 157,8;$$

$$0,487x_2 = 407,8;$$

$$x_2 = \frac{407,8}{0,487} = 837,371.$$

$$x_1 = 546,021 + 0,332 \cdot 837,371 = 546,021 + 278,007 = 824,028.$$

Таким образом, $x_1^{\text{II}} = 824,028$ – плановый объем валовой продукции первой отрасли;

$x_2^{\text{II}} = 837,371$ – плановый объем валовой продукции второй отрасли.

Системы массового обслуживания (СМО)

К системам массового обслуживания относятся магазины, рестораны, автозаправочные станции, аэродромы, автоматизированные телефонные станции и многие другие объекты. Общая схема СМО представлена на рис. 3.

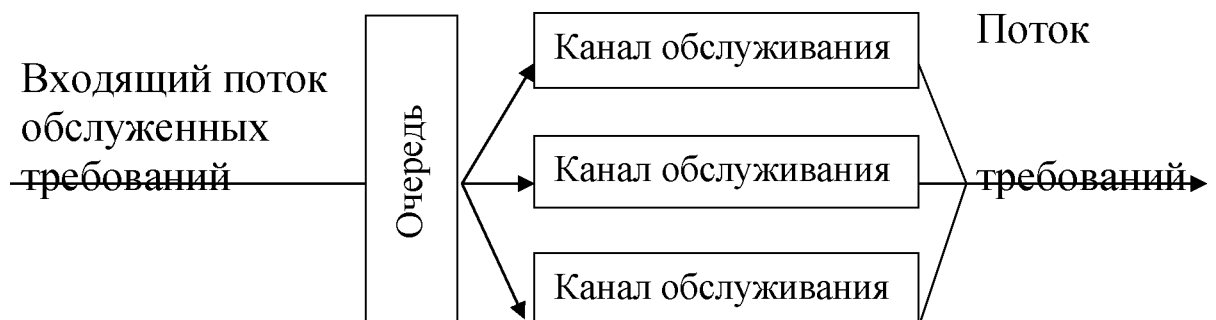


Рис. 3. Система массового обслуживания

Для входящего потока требований предположим, что интервалы между поступлениями соседних требований есть случайная величина X с показательным законом распределения, т. е. ее интегральная функция $F(t)$ имеет вид:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad t \geq 0.$$

Число λ (треб./ед. времени) называется *интенсивностью входящего потока*, она показывает, сколько в среднем требований поступает в единицу времени.

Будем считать, что очередь не ограничена и требования обслуживаются в порядке поступления.

Для обслуживания примем предположения о том, что все n каналов одинаковы и для каждого из них время обслуживания одного требования есть случайная величина Y , распределенная по показательному закону, т. е. ее интегральная функция имеет вид:

$$F(t) = 1 - e^{-\mu t}, \quad t \geq 0.$$

Число μ (треб./ед. времени) называется *интенсивностью обслуживания*, она показывает, сколько требований обслуживается в единицу времени.

Обозначим $\alpha = \frac{\lambda}{\mu}$ (α – параметр загрузки СМО) и предположим, что выполняется условие стационарности

$$\alpha < n \quad \text{или} \quad \lambda < \mu \cdot n. \quad (8)$$

Условие (8) означает, что интенсивность входящего потока меньше, чем суммарная интенсивность обслуживания.

При сформулированных предположениях можно рассчитать некоторые экономические показатели работы СМО – такие, например, как P_K – доля времени работы K -каналов, $K = 0, 1, \dots, n$; L – средняя длина очереди и др. Формулы для вычисления P_0, \dots, P_n , L в общем случае довольно громоздки, поэтому

приведем их для случая $n = 2$:

$$p_0 = \frac{2-\alpha}{2+\alpha}; \quad p_1 = \frac{(2-\alpha)\alpha}{2+\alpha}; \quad p_2 = \frac{\alpha^2}{2+\alpha}; \quad L = \frac{\alpha^3}{4-\alpha^2}.$$

Образец решения задачи

Пусть $\delta = 543$. Тогда $\mu = 8,43$ треб./мин., а первоначальное значение λ равно 9,43 треб./мин.

$$\alpha = \frac{9,43}{8,43} = 1,118, \quad p_0 = \frac{2-1,118}{2+1,118} = 0,283 \quad (p_0 = 28,3\%).$$

$$L_1 \frac{(1,118)^3}{4-(1,118)} = \frac{1,397}{2,75} = 0,508 \text{ (треб.)}$$

Если интенсивность λ станет равной $\frac{700-543}{10} = 15,7$ треб./мин., то в силу неравенства $15,7 < 2 \cdot 8,43$ условие стационарности СМО выполнено, и можно вычислить среднюю длину очереди:

$$\alpha = \frac{15,7}{8,43} = 1,862,$$

$$L_2 \frac{(1,862)^3}{4-(1,862)} = \frac{6,455}{0,533} = 12,11 \text{ (треб.)},$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{12,11}{0,508} = 23,838.$$

Итак, при интенсивности обслуживания $\mu = 8,43$ треб./мин. и интенсивности входа $\lambda = 9,43$ треб./мин. доля времени простоя касс составляет 28,3% времени, а средняя длина очереди равна 0,508 треб. Если же интенсивность входа станет равной 15,7 треб./мин., то средняя длина очереди увеличится в 23,838 раза.

Оптимальное управление товарными запасами

Эффективность деятельности торговых предприятий существенно зависит от величины товарных запасов. Малый объем запасов будет затруднять деятельность предприятия, приводить к

перебоям в работе, чрезмерный запас – к большим издержкам на складские операции. В связи с этим возникает проблема определения оптимального товарного запаса.

Рассмотрим этот вопрос при следующих предположениях:

- 1) на складе хранятся товары только одной группы;
- 2) спрос на товары известен и равномерен во времени;
- 3) поступление товаров происходит в строго заказанное время с постоянной нормой;

4) стоимость складских операций состоит из затрат на заказ партии и хранение запасов;

5) деятельность торгового предприятия графически представлена на рис. 4.

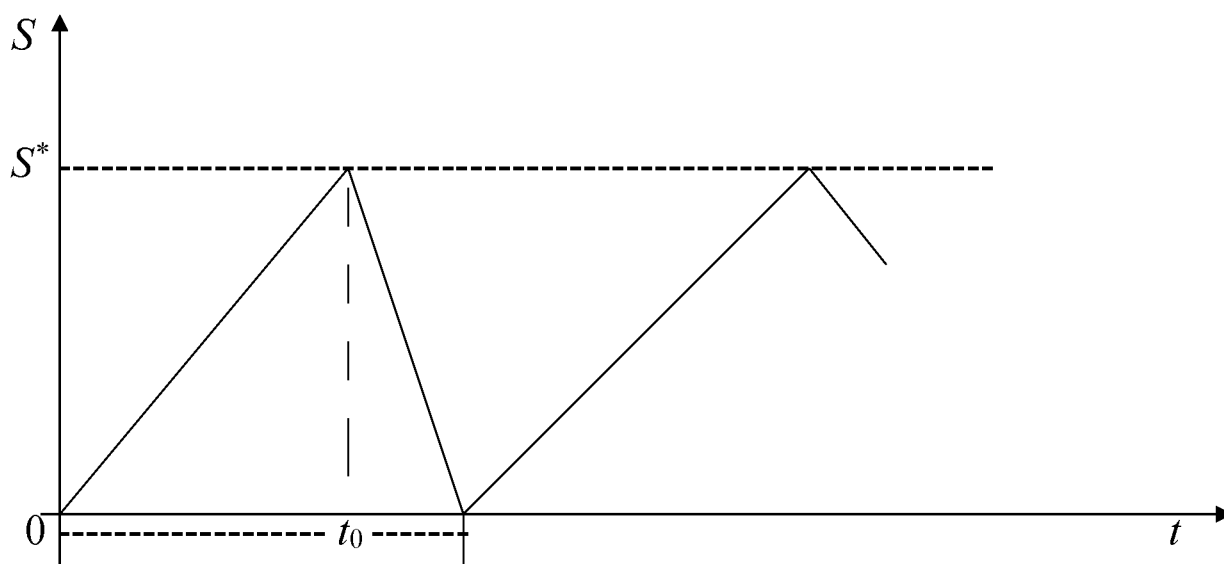


Рис. 4. Накопление и реализация товарных запасов

Поскольку поступление товара превышает спрос на него, то в результате деятельности предприятия будут накапливаться запасы, и в момент t_0 запас товара достигнет максимума S^* . Это наступит тогда, когда последняя порция заказа будет завезена. Затем будет реализовываться возникший запас товара, и к моменту времени T весь объем заказанной партии будет реализован, после чего начнёт поступать новый заказ. Период времени T называется *величиной цикла*.

Вышеперечисленные предположения позволяют сформулировать оптимизационную модель и получить ее аналитическое решение.

В задаче используются следующие обозначения:

C_x – затраты на хранение единицы товара в единицу времени;

C_3 – затраты на заказ партии товара;

r – норма спроса;

k – темп поступления заказанного товара;

u – количество товара, размещенного в единице емкости склада.

Задача оптимального управления запасами будет формулироваться следующим образом: определить объем q заказываемой партии товара, при котором достигается минимум затрат на складские операции в единицу времени в предположении, что темп поступления заказанного товара превышает норму спроса на него.

Аналитически это выражается следующей моделью:

$$y = \frac{C_x}{2} \cdot \frac{(k-r)}{k} \cdot q + \frac{C_3}{q} \cdot r \rightarrow \min, \quad (9)$$

из которой максимальный объем заказа q рассчитывается по формуле

$$q = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_x(1-r/k)}}, \quad (10)$$

а максимальный запас на складе S^* :

$$S^* = \sqrt{\frac{2rC_3}{C_x} \left(1 - \frac{r}{k}\right)}. \quad (11)$$

Однако в рассмотренной модели не учитывается ограниченность складских емкостей. Пусть емкость склада Q . Если $\frac{S^*}{u} \leq Q$, то решение задачи получено. В противном случае необходимо минимизировать выражение (19) при ограничении на емкость склада следующего типа:

$$\left(1 - \frac{r}{k}\right) \cdot \frac{q}{u} \leq Q. \quad (12)$$

При этом получается задача условного экстремума, решая которую, определяем такой объем запаса, при котором формируемый запас можно распределить в имеющихся в наличии складских емкостях. Получаем:

$$q = \frac{Qu}{1 - r/k}. \quad (13)$$

Наряду с этим определяется показатель λ :

$$\lambda = \frac{C_3}{q^2} \cdot \frac{kr}{k-r} \cdot u - \frac{C_x u}{2}, \quad (14)$$

где величина q рассчитана по формуле (13).

Экономически λ интерпретируется как предельная (максимальная) арендная плата за использование дополнительных складских емкостей. Если фактическая арендная плата $\alpha \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$

меньше либо равна предельной $\lambda \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$, т. е. $\alpha \leq \lambda$, то аренда

выгодна, и объем заказываемой партии вычисляется по формуле (10). Если же $\alpha > \lambda$, то аренда невыгодна, и тогда объем заказа надо уменьшать, он рассчитывается в этом случае по формуле (13).

Образец решения задачи

$$\alpha = \frac{700 - 543}{4000} = \frac{157}{4000} = 0,039 \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right),$$

$$\lambda = \frac{543 - 400}{4000} = \frac{143}{4000} = 0,035 \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right),$$

$$\alpha > \lambda.$$

Вывод: фактическая арендная плата больше предельной арендной платы. Следовательно аренда дополнительных складских емкостей невыгодна. Объем заказываемой партии следует сократить до таких пределов, чтобы возникший товарный запас можно было разместить в имеющихся складских емкостях.

Теория игр

Рассмотрим проблему уценки неходового товара, имея целью получить возможно большую выручку от реализации.

Предположим, что эластичность спроса в зависимости от цены неизвестна, т.е. неясно, как отреагирует рынок на то или иное снижение цены.

Иными словами, нужно принять решение в условиях неопределенности. В этом случае можно использовать методы теории игр. Обозначим: A_1, A_2, \dots, A_m – стратегии снижения цены на товар на $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ % соответственно. Возьмем достаточно подробный перечень возможных значений эластичности $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$. Если выбрать определенную стратегию A_i и знать эластичность товара ε_j , то, используя еще некоторые известные величины, можно подсчитать выручку от реализации товара a_{ij} . Прделавав это для всех A_i и для всех ε_j , получим платежную матрицу:

	ε_1	ε_2	...	ε_j	...	ε_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}
...						
A_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}
...						
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mj}	...	a_{mn}

В таблице представлен подробный перечень различных ситуаций. Для принятия решения можно использовать следующие способы (подходы).

Подход с позиции крайнего пессимизма

Будем считать, что при выборе любой стратегии A_i эластичность товара самая неблагоприятная и выручка α_i минимально возможная, т. е.

$$\alpha_i = \min (\alpha_{i1}, \alpha_{i2}, \dots, \alpha_{in}).$$

Вычислив все величины $\alpha_i (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m)$, нужно взять наибольшую из них α ,

$$\alpha = \max (\alpha_i).$$

Та стратегия, которая соответствует числу α , и есть стратегия крайнего пессимизма. Иначе говоря, такая стратегия есть наилучший выбор из плохих ситуаций, и эта стратегия гарантирует, что, как бы ни сложилась действительная ситуация, выручка будет не меньше, чем α .

Подход с позиции крайнего оптимизма

Будем считать, что при выборе любой стратегии A_i эластичность наиболее благоприятная и выручка β_i наибольшая, т. е.

$$\beta_i = \max (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m).$$

Вычислив все β_i , нужно взять наибольшую из них $\beta = \max (\beta_i)$

Та стратегия, которая соответствует величине β , и есть искомая.

Подход с позиции пессимизма-оптимизма

Рассмотрим величину H :

$$H = \max_i [(1 - \lambda) \alpha_i + \lambda \beta_i],$$

где λ – числовой параметр, $0 \leq \lambda \leq 1$.

Предлагается выбирать стратегию, соответствующую величине H .

При $\lambda = 0$ $H = \max \alpha_i = \alpha$, и этот подход превращается в подход с позиции крайнего пессимизма.

При $\lambda = 1$ $H = \max \beta_i = \beta$, и этот подход превращается в подход с позиции крайнего оптимизма.

Величина H при изменении λ от 0 до 1 непрерывно изменяется от α до β , и выбор некоторого промежуточного λ соответствует сочетанию пессимизма и оптимизма при выборе стратегии. Возьмем, например, $\lambda = 0,5$ и вычислим

$$\gamma_i = \frac{1}{2}\alpha_i + \frac{1}{2}\beta_i,$$

а затем выберем наибольшее $\gamma = \max(\gamma_i)$.

Стратегию, на которой достигается величина γ , будем называть соответствующей подходу с позиции пессимизма-оптимизма.

Образец решения задачи

Для числа $\delta = 543$ таблица приобретает вид:

$A \backslash \varepsilon$	ε_1	ε_2	ε_3
A_1	53	63	77
A_2	67	77	87
A_3	17	27	97

Выберем по каждой строке минимальное из чисел α_i , максимальное β_i , а затем вычислим их полусумму γ_i и получим матрицу:

$A \backslash \varepsilon$	ε_1	ε_2	ε_3	α_i	β_i	γ_i
A_1	53	63	77	53	77	65
A_2	67	77	87	67	87	77
A_3	17	27	97	17	97	57

$$\alpha = \max(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) = (53, 67, 17) = 67,$$

$$\beta = \max(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = \max(77, 87, 97) = 97,$$

$$\gamma = \max(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3) = \max(65, 77, 57) = 77.$$

Так как $\alpha = 67$, и это число находится в строке, соответствующей A_2 , то A_2 – стратегия крайнего пессимизма, ожидаемый выигрыш равен 67 единицам. Так как $\beta = 97$, и это число находится в строке, соответствующей A_3 , то A_3 – стратегия крайнего оптимизма, ожидаемый выигрыш равен 97 единицам. Так

как $\gamma = 77$, и это число находится в строке, соответствующей A_2 , то A_2 – стратегия оптимизма-пессимизма, ожидаемый выигрыш равен 77 единицам.

Сетевое планирование.

В планировании и управлении сложными комплексами всевозможных работ высокоэффективными являются сетевые методы. Вместе с тем сетевые методы отличаются простотой и доступностью, что в немалой степени способствуют их быстрому освоению практикой.

Основу разработки сетевой модели составляет сетевой график - наглядное отображение плана работ. Главными элементами сетевого графика являются события и работы. Событие - это состояние, момент достижения промежуточной или конечной цели разработки (начальное событие - отправной момент разработки). Событие не имеет протяженности во времени. Работа - это протяженный во времени процесс, необходимый для совершения события. На сетевых графиках события обозначаются кружочками, а работы - стрелками. При составлении сетевого графика необходимо учитывать следующие требования:

1. Только начальные события не имеют входящих стрелок, только конечные события - выходящих. Если событие является промежуточным, оно должно иметь как входящие, так и выходящие стрелки.

2. Каждая работа должна иметь предшествующее и завершающее события.

3. На графике не должно быть изолированных участков, не связанных работами с остальной частью графика.

4. На графике не должно быть замкнутых контуров и петель, так как они по существу означают, что условием начала некоторой работы является ее же окончание. При возникновении замкнутого контура (а в сложных сетях это случается довольно часто) необходимо вернуться к исходным данным и путем пересмотра состава работ добиться его устранения.

5. Любые два события должны быть непосредственно связаны не более, чем одной работой. При обнаружении на графике параллельных работ вводятся фиктивное событие и фиктивная работа и одна из параллельных работ замыкается на это фиктивное

событие. Фиктивная работа не имеет протяженности во времени.

Важнейшим этапом сетевого планирования является анализ сетевого графика по критерию времени. Важнейшая цель анализа сетевого графика по критерию времени - это установление общей продолжительности всего планируемого комплекса работ.

Последовательность работ между начальным и конечным событием сети, имеющая наибольшую общую протяженность во времени, называется *критическим путем*. Критическими называются также события и работы, расположенные на этом пути. Критический путь является центральным понятием сетевого планирования и управления.

Сетевой график может содержать не один, а несколько критических путей. Увеличение времени выполнения любой критической работы ведет к отсрочке завершения всего комплекса работ, в то время, как задержка с выполнением не критических работ может никак не отразиться на сроке наступления конечного события. Отсюда следуют важные практические выводы.

Руководители разработки должны уделять первоочередное внимание своевременному выполнению критических работ, обеспечению их необходимыми трудовыми и материальными ресурсами, чтобы не сорвать срок завершения всего проекта. Некритические работы могут иметь резервы времени своего выполнения. Различают четыре вида резервов времени выполнения одной работы, а именно полный резерв - ПР, гарантийный резерв - ГР, свободный резерв - СР, независимый резерв - НР.

Длительность не критических работ, имеющих резервы времени, может быть увеличена без ущерба для общего срока выполнения разработки. Очевидно, что сокращение или увеличение продолжительности работ связано, как правило, с возрастанием или уменьшением затрат на эти работы. Существование различных вариантов сетевого графика с разным уровнем затрат позволяет говорить о возможности поиска оптимальных вариантов.

Оптимизация сетевых моделей может идти в различных направлениях. В частности, естественно поставить вопрос, какой из вариантов сетевого графика при данной общей длительности проекта осуществляется с наименьшими затратами. При иной постановке задачи отыскивается вариант ускорения комплекса работ, требующий минимального увеличения затрат.

Построение сетевого графика.

Пример.

По данным таблицы 1 планирования торговой деятельности потребительского общества построить сетевой график, для которого определить ранние и поздние сроки событий, критический путь, резервы времени.

Таблица 1

№ работы	Содержание	Длительность, дни
1, 2	Изучение отчетных данных	5
1, 3	Изучение перспектив развития экономики	2
2, 3	Планирование общего объема товарооборота	2
3, 4	Планирование товарного обеспечения в общем объеме	1
3, 5	Планирование товарооборота в ассортименте	5
4, 5	Составление плана по труду	3
5, 6	Планирование товарооборота по магазинам	2
5, 8	Расчет доходов	2
5, 9	Планирование запасов по магазинам	3
6, 7	Планирование товарного обеспечения в ассортименте	2
6, 9	Составление плана издержек обращения по статьям, предприятиям	4
7, 9	Планирование запасов в ассортименте	2
8, 9	Уточнение плана издержек обращения с учетом доходов и доведенной прибыли	1

Решение.

1. Строим сетевой график в соответствии с выше указанными требованиями.

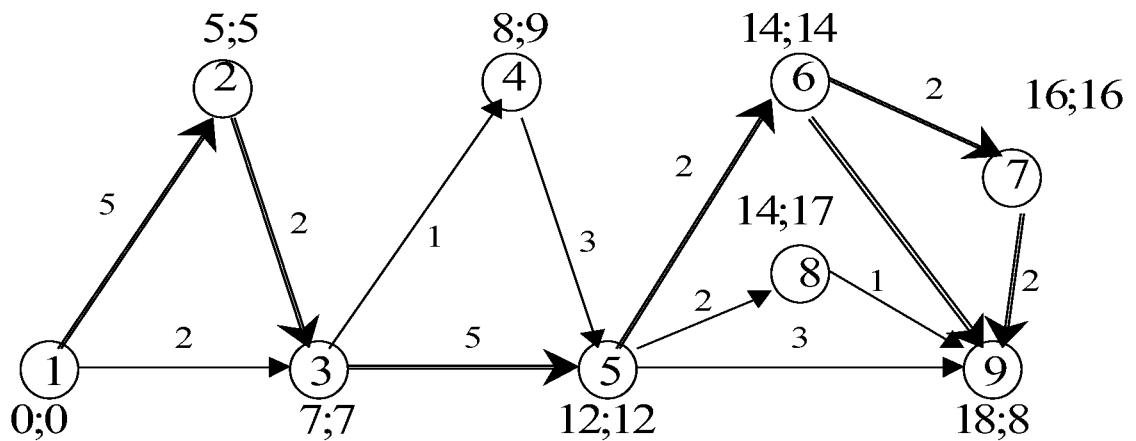


Рис. 3. Сетевой график

Вдоль стрелок проставлена длительность работы в днях.

2. Определяем ранние возможные сроки наступления событий и помещаем их рядом с кружком, обозначающим номер события. Используем при этом формулу

$$t_p(j) = t_p(i) + t_{ij},$$

где i - предшествующее событие;

j - последующее событие;

t_{ij} - длительность работы i, j .

Если в событие j входят несколько стрелок - работ, то ранний срок события j определяется формулой

$$t_p(j) = \max[t_p(i) + t_{ij}].$$

Начинаем с первого события, полагая, что его ранний срок равен нулю.

$$t_p(1) = 0$$

$$t_p(6) = 12 + 2 = 14$$

$$t_p(2) = 0 + 5$$

$$t_p(7) = 14 + 2 = 16$$

$$t_p(3) = \max \begin{bmatrix} 5 + 2 \\ 0 + 2 \end{bmatrix} = 7$$

$$t_p(8) = 12 + 2 = 14$$

$$t_p(4) = 7 + 1 = 8$$

$$t_p(5) = \max \begin{bmatrix} 8 + 3 \\ 7 + 5 \end{bmatrix} = 12$$

$$t_p(9) = \max \begin{bmatrix} 16 + 2 \\ 14 + 4 \\ 14 + 1 \\ 12 + 3 \end{bmatrix} = 18$$

3. Определяем поздние допустимые сроки наступления событий и помещаем их рядом с ранними сроками событий через точку с запятой. Используем при этом формулу

$$t_n(i) = t_n(j) - t_{ij}.$$

Если из события i выходит несколько стрелок - работ (i, j) , то поздний допустимый срок события i определяется формулой

$$t_n(i) = \min[t_n(j) - t_{ij}].$$

Начинаем с последнего события и берем для него поздний срок, равный раннему.

$$t_n(9) = 18$$

$$t_n(4) = 12 - 3 = 9$$

$$t_n(8) = 18 - 10 = 7$$

$$t_n(3) = \min \begin{bmatrix} 9 - 1 \\ 12 - 5 \end{bmatrix} = 7$$

$$t_n(7) = 18 - 2 = 16$$

$$t_n(6) = \min \begin{bmatrix} 16 - 2 \\ 18 - 4 \end{bmatrix} = 14$$

$$t_n(2) = 7 - 2 = 5$$

$$t_n(5) = \min \begin{bmatrix} 18 - 3 \\ 17 - 2 \\ 14 - 2 \end{bmatrix} = 12$$

$$t_n(1) = \begin{bmatrix} 7 - 2 \\ 5 - 5 \end{bmatrix} = 0$$

4. Определяем длительность (суммарное время) всевозможных полных путей:

- 1) 1 - 3 - 4 - 5 - 9 ————— 2 + 1 + 3 + 2 + 1 = 9;
- 2) 1 - 3 - 4 - 5 - 8 - 9 ————— 2 + 1 + 3 + 2 + 1 = 9;
- 3) 1 - 3 - 5 - 9 ————— 2 + 5 + 3 = 10;
- 4) 1 - 3 - 5 - 8 - 9 ————— 2 + 5 + 2 + 1 = 10;
- 5) 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9 ————— 2 + 1 + 3 + 2 + 4 = 12;
- 6) 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9 ————— 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 = 12;
- 7) 1 - 3 - 5 - 6 - 9 ————— 2 + 5 + 2 + 4 = 13;
- 8) 1 - 3 - 5 - 6 - 7 - 9 ————— 2 + 5 + 2 + 2 + 2 = 13;
- 9) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 9 ————— 5 + 2 + 1 + 3 + 3 = 14;
- 10) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 8 - 9 ————— 5 + 2 + 1 + 3 + 2 + 1 = 14;
- 11) 1 - 2 - 3 - 5 - 9 ————— 5 + 2 + 5 + 3 = 15;
- 12) 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 9 ————— 5 + 2 + 5 + 2 + 1 = 15;
- 13) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 9 ————— 5 + 2 + 1 + 3 + 2 + 4 = 17;
- 14) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 9 ————— 5 + 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 = 17;
- 15) 1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 9 ————— 5 + 2 + 5 + 2 + 4 = 18;
- 16) 1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 7 - 9 ————— 5 + 2 + 5 + 2 + 2 + 2 = 18;

5. Находим критический путь, как самый длительный из всех

полных путей. Здесь таких путей два:

1 – 2 – 3 – 5 – 6 – 9 ————— 18 дней;

1 – 2 – 3 – 5 – 6 – 7 - 9 ————— 18 дней.

Значит, данный сетевой график имеет два критических пути. Выделим их на график двойной линией.

Следует обратить внимание, что события, лежащие на критическом пути, имеют совпадающие ранние и поздние сроки. Однако совпадение ранних и поздних сроков может не дать однозначного определения критического пути. Совпадение ранних и поздних сроков событий для определения критической работы является условием необходимым, но недостаточным. Например, работа 1,3 не является критической, хотя соединяет события 1 и 3, лежащие на критическом пути.

6. Определяем резервы времени для всех работ.

Полный резерв (*ПР*) означает величину максимально возможного резерва времени у исполнителя работы (*i, j*), которую он может получить, когда исполнители предшествующих работ позволяют ему начать свою работу в ранний срок, а он предполагает закончить свою работу в поздний допустимый срок.

$$ПР = t_n(j) - t_p(i) - t_{ij}.$$

Гарантийный резерв (*ГР*) означает для исполнителя работы резерв времени, который он имеет, когда исполнители предшествующих работ заканчивают их в неудобные для него поздние допустимые сроки, но и он сдает свою работу в поздний срок.

$$ГР = t_n(j) - t_n(i) - t_{ij}.$$

Свободный резерв (*СР*) рассчитывается при условии, что все исполнители заканчивают работы в ранние возможные сроки.

$$СР = t_p(j) - t_p(i) - t_{ij}.$$

Независимый резерв (*НР*) означает запас времени, который имеет исполнитель, когда предшествующие работы заканчиваются в неудобные для него поздние сроки, а он заканчивает свою работу в ранний срок.

$$НР = t_p(j) - t_n(i) - t_{ij}.$$

Все резервы времени для работ, лежащих на критическом пути, равны нулю.

Строим таблицу резервов времени (табл. 2).

Таблица 2.

Работа i, j	$t_p(i)$	$t_n(i)$	$t_p(j)$	$t_n(j)$	t_{ij}	PP	GP	CP	HP
1, 2	0	0	5	5	5	0	0	0	0
1, 3	0	0	7	7	2	5	5	5	5
2, 3	5	5	7	7	2	0	0	0	0
3, 4	7	7	8	9	1	1	1	0	0
3, 5	7	7	12	5	0	0	0	0	0
4, 5	8	9	12	12	3	1	0	1	0
5, 6	12	12	14	14	2	0	0	0	0
5, 8	12	12	14	17	2	3	3	0	0
5, 9	12	12	18	18	3	3	3	3	3
6, 7	14	14	16	16	2	0	0	0	0
6, 9	14	14	18	18	4	0	0	0	0
7, 9	16	16	18	18	2	0	0	0	0
8, 9	14	17	18	18	1	3	0	3	0

Замечание. Всегда выполняются неравенства

$$HP \leq GP \leq PP \text{ и } HP \leq CP \leq PP.$$

Если расчетная формула дает отрицательное значение для HP , то оно заменяется нулем.

Таким образом, для нашей задачи из 13 работ, указанных на сетевом графике, только 6 имеют резервы времени.

Определение резервов времени событий и работ сетевого графика имеет важное значение как для этапа разработки и корректировки проекта, так и в ходе его выполнения.

3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ СЕМИНАРСКОГО ТИПА, КОНТРОЛЬНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Производственные функции

1.1. Дайте понятия производственной функции и изокванты. Что означает взаимозаменяемость ресурсов?

1.2. Производственная функция для райпо имеет вид $f(x_1, x_2) = 10\sqrt{x_1} \cdot \sqrt{x_2}$, где f – товарооборот (млн руб.); x_1 – производственная площадь (тыс. м²); x_2 – численность работников (сотни чел.). Рассмотрите изокванту уровня

$y_0 = \sqrt{100 + \delta}$ и найдите на ней точку C_1 с координатами \vec{x}_1 , \vec{x}_2 , где $\vec{x}_1 = \frac{(\delta - 100)}{100}$, и точку C_2 с координатами x_1^* , x_2^* , где $x_2^* = \frac{(\delta - 300)}{100}$. Сделайте вывод о возможности замены ресурсов (\vec{x}_1, \vec{x}_2) и (x_1^*, x_2^*) . Полученные результаты изобразите графически.

Задание 2. Функция спроса

- 2.1. Дайте понятия малоэластичных, среднеэластичных и высокоэластичных товаров. Какие товары называются взаимозаменяемыми?
- 2.2. Произведите классификацию товаров по следующей таблице эластичностей:

Товар	1-й	2-й	3-й
1-й	$\frac{\delta - 610}{100}$	$\frac{550,5 - \delta}{100}$	$\frac{570,5 - \delta}{100}$
2-й	$\frac{550,5 - \delta}{120}$	$\frac{\delta - 640}{100}$	$\frac{520,5 - \delta}{100}$
3-й	$\frac{570,5 - \delta}{120}$	$\frac{520,5 - \delta}{90}$	$\frac{\delta - 680}{100}$

Задание 3. Межотраслевой баланс

- 3.1. Дайте определение коэффициентов прямых затрат. Где они могут быть использованы?
- 3.2. За отчетный период имел место следующий баланс продукции:

$$x_1 = x_{11} + x_{12} + y_1;$$

$$x_2 = x_{21} + x_{22} + y_2;$$

$$\begin{aligned} x_{11} &= 800 - \delta; & x_{12} &= 700 - \delta; \\ x_{21} &= 750 - \delta; & x_{22} &= 850 - \delta; \\ y_1 &= 300; & y_2 &= 220; \end{aligned}$$

- а) вычислите коэффициенты прямых затрат;
 б) вычислите плановый объем валовой продукции отраслей при плане выпуска конечной продукции: $y_1^{\text{II}} = 350$; $y_2^{\text{II}} = 250$ – при условии неизменности технологии производства.

Задание 4. Системы массового обслуживания

- 4.1. Дайте описание входящего потока требований и каналов обслуживания. Какие экономические показатели характеризуют работу СМО?
- 4.2. В магазине самообслуживания работают две кассы с интенсивностью $\mu = (\delta + 300)/100$ треб./мин. каждая. Входящий поток требований имеет интенсивность $\lambda = (\delta + 400)/100$ треб./мин. Рассчитайте долю времени простоя касс и среднюю длину очереди. Если интенсивность входящего потока станет равной $\lambda = (700 - \delta)/10$ треб./мин., то будет ли выполнено условие стационарности? Если будет, то во сколько раз увеличится средняя длина очереди?

Задание 5. Оптимальное управление товарными запасами

- 5.1. Сформулируйте задачу оптимального управления запасами.
- 5.2. Дайте экономическую интерпретацию предельной арендной плате.
- 5.3. Сделайте вывод о целесообразности аренды дополнительных складских емкостей или о необходимости сокращения объема заказываемой партии товара с учетом имеющихся складских емкостей при сравнении фактической $\alpha \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$ и предельной $\lambda \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$ арендной платы за хранение единицы товара в единицу времени.

$$\alpha = \frac{700 - \delta}{4000}, \quad \lambda = \frac{\delta - 400}{4000}.$$

Задание 6. Теория игр

- 6.1. Объясните смысл элементов платежной таблицы и способы выбора стратегий с позиций крайнего пессимизма, крайнего оптимизма и оптимизма-пессимизма.
- 6.2. Выберите стратегии с позиций крайнего пессимизма, крайнего оптимизма и оптимизма-пессимизма для следующей платежной матрицы:

$A \backslash \varepsilon$	ε_1	ε_2	ε_3
A_1	$\delta - 490$	$\delta - 480$	$620 - \delta$
A_2	$610 - \delta$	$620 - \delta$	$630 - \delta$
A_3	$ 550 - \delta + 10$	$ 560 - \delta + 10$	$640 - \delta$

Укажите соответствующие выигрыши.

Задание 7. Сетевое планирование.

По данным планирования торговой деятельности потребительского общества построить сетевой график, для которого определить ранние и поздние сроки событий, критический путь, резервы времени.

Для шести типов сетевых графиков предложено 20 вариантов набора работ различной длительности по времени.

Тип 1.	(1,2)	(1,3)	(2,4)	(2,5)	(3,5)	(4,6)	(5,7)	(6,7)
Тип 2	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)	(2,3)	(3,4)	(4,5)	(2,5)
Тип 3	(1,2)	(1,3)	(2,4)	(3,4)	(4,5)	(4,6)	(5,7)	(6,7)
Тип 4	(1,2)	(1,4)	(1,3)	(2,4)	(2,3)	(2,5)	(3,5)	(4,6)
Тип 5	(1,2)	(2,3)	(2,6)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(4,6)	(5,6)
Тип 6	(1,2)	(1,6)	(2,3)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(4,5)	(5,6)

Номер варианта	Тип задания	Длительность работ								
		11	10	4	6	10	2	8	11	
1	1	11	10	4	6	10	2	8	11	
2	6	2	3	8	6	3	1	7	8	
3	6	11	1	2	1	6	4	11	6	
4	5	1	6	5	9	4	7	8	6	
5	4	5	1	1	1	3	3	4	4	
6	5	1	9	5	6	6	6	11	8	
7	2	9	2	9	1	1	1	3	11	
8	5	6	6	1	2	1	1	2	1	
9	6	10	6	11	7	4	4	2	7	
10	6	3	8	2	10	7	10	8	10	
11	6	6	11	5	5	1	9	7	3	
12	4	6	11	4	3	4	8	4	4	
13	1	6	11	8	5	1	5	9	11	
14	2	9	6	10	3	7	3	4	6	
15	5	6	2	8	6	1	5	9	4	
16	2	6	8	11	6	4	8	8	2	
17	5	8	5	10	2	1	8	3	8	
18	4	2	5	9	9	5	7	7	8	
19	2	10	2	4	4	5	9	7	6	
20	4	9	10	11	6	3	11	10	11	

Самостоятельная (аудиторная и внеаудиторная) работа обучающихся является одним из основных видов познавательной деятельности, направленной на более глубокое и разностороннее изучение материалов учебной дисциплины и включает: обязательное ведение конспектов лекций; подготовку выступлений (сообщений, докладов) к практическим занятиям, семинарам; подготовку письменных контрольных работ (реферата, эссе, презентации).

Результаты выполнения самостоятельной работы представляются обучающимися во время аудиторных занятий, проверяются и оцениваются преподавателем в ходе аудиторных занятий, текущего (рубежного) контроля и промежуточной аттестации.

Для повышения эффективности самостоятельной работы обучающимся рекомендуется пользоваться расширенным поиском в национальном цифровом ресурсе РУКОНТ – межотраслевой электронной библиотеке. Доступ к ресурсу осуществляется на сайте: <http://www.rucont.ru>

Важной формой самостоятельной исследовательской работы, углубленного изучения той или иной проблемы учебного курса является подготовка и написание рефератов и эссе. Данная форма самостоятельной

работы является важным элементом подготовки обучающихся к оформлению и написанию дипломной работы.

Виды самостоятельной работы:

- поиск и изучение нормативных правовых актов, в том числе с использованием электронных баз данных;
- поиск и изучение научной литературы, в том числе с использованием сети Интернет;
- решение задач из практикума;
- подготовка рефератов, докладов, эссе, презентаций;

Модель (особенности) самостоятельной работы обучающихся по отдельным разделам и темам курса:

- составление проектов профессиональных документов;
- обобщение материалов профессиональной практики по определенным вопросам;
- подготовка к проведению ролевой игры;
- подготовка для обсуждения дискуссионных вопросов;
- составление схем, сравнительных таблиц;
- решение практических ситуаций;
- подготовка к практическим занятиям.

8. Методические рекомендации для преподавателя. Образовательные технологии

Перед началом изучения дисциплины (на первом занятии) преподаватель обязан сообщить обучающимся порядок освоения тем (разделов) дисциплины, сроки и формы отчетности, процедуры оценки системы учета уровня сформированности компетенций. Преподавание ведется методом комплексного и системно-проблемного изучения проблемных явлений и процессов, а также анализа их последствий применительно к современной профессиональной практике. Изложение материала должно строиться как с использованием теоретической подачи материала в виде лекций, так и в виде проведения семинаров (практических занятий). В ходе лекционных занятий рекомендуется использовать презентационные материалы (слайды).

На лекциях излагаются основные актуальные проблемы, раскрываются наиболее сложные вопросы дисциплины, активизируется мыслительная деятельность путем постановки проблемных вопросов и вовлечения, обучаемых в их решение, развиваются их творческие способности.

В ходе семинарских и практических занятий для реализации компетентностного подхода рекомендуется использование активных и интерактивных форм обучения (решения задач, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой (подготовка устных выступлений (докладов, сообщений), что позволит углубить понимание наиболее сложных теоретических и прикладных проблем, рассмотренных в ходе лекций, и сформировать навыки и умения использования необходимых нормативных правовых актов для регулирования профессиональных ситуаций.

Преимущественной формой текущего контроля успеваемости обучающихся является тестирование, которое должно быть обязательным и которым должно быть завершено изучение каждого раздела учебной программы дисциплины.

При подготовке обучающихся к промежуточной аттестации необходимо провести консультацию по курсу и акцентировать внимание обучающихся на использовании рекомендованной основной и дополнительной литературы, содержания конспектов лекций, а также необходимости составления тезисов ответов на вопросы, выносимые на зачет.

9. Обеспечение доступности освоения программы обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Условия организации и содержание обучения и контроля знаний обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) определяются программой дисциплины, адаптированной при необходимости для обучения указанных обучающихся.

Организация обучения, текущей и промежуточной аттестации обучающихся с ОВЗ осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Исходя из психофизического развития и состояния здоровья обучающихся с ОВЗ, организуются занятия совместно с другими обучающимися в общих группах, используя социально-активные и рефлексивные методы обучения создания комфортного психологического климата в учебной группе или, при соответствующем заявлении такого обучающегося, по индивидуальной программе, которая является модифицированным вариантом основной рабочей программы дисциплины. При этом содержание программы дисциплины не изменяется. Изменяются, как правило, формы обучения и контроля знаний, образовательные технологии и учебно-методические материалы.

Обучение лиц с ОВЗ также может осуществляться индивидуально и/или с применением элементов электронного обучения. Электронное обучение обеспечивает возможность коммуникаций с преподавателем, а также с другими обучаемыми посредством вебинаров (например, с использованием программы Skype), что способствует сплочению группы, направляет учебную группу на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения. В образовательном процессе для повышения уровня восприятия и переработки учебной информации обучающимися с ОВЗ применяются мультимедийные и специализированные технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для обучающихся с различными нарушениями, обеспечивается выпуск альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт), электронных образовательных ресурсов в формах, адаптированных к ограничениям здоровья обучающихся, наличие необходимого материально-технического оснащения. Подбор и разработка учебных материалов производится преподавателем с учетом того, чтобы обучающиеся с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально (например, с использованием программ-синтезаторов речи).

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся лиц с ОВЗ фонд оценочных средств по дисциплине, позволяющий оценить достижение ими результатов обучения и уровень сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, адаптируется для лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости

обучающимся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа при прохождении всех видов аттестации.

Особые условия предоставляются обучающимся с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

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

1.1. Перечень компетенций и индикаторов с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Перечень формируемых компетенций	Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	
	дисциплины / практики	семестр
ОПК-1	Математика	123
	Статистика	3
	Экономический анализ	34
	Региональная экономика	4
	Экономико-математические модели и методы	4
	Ознакомительная практика	4
	Преддипломная практика	10(A)

1.2 Этапы формирования компетенций и оценочные материалы для проверки хода освоения дисциплины и достижения планируемых результатов обучения.

Перечень формируемых компетенций (код и содержание)	Перечень формируемых индикаторов достижений компетенций (код и содержание)	Этапы формирования компетенций (з, у)	Оценочные материалы	Темы дисциплины, обеспечивающие этапы формирования компетенции
ОПК-1 Способен использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты	ОПК-1.2 Выбирает и применяет статистико-математический инструментарий, строит экономико-математические модели необходимые для решения профессиональных задач	Знает: -статистико-математический инструментарий.	ВЗ КР	Темы 1-7
		Умеет: -применять статистико-математический инструментарий	ПЗ, КР, ВЗ	Темы 1-7

ПЗ - Практические задания, ВЭ-вопросы к зачету, КР – контрольная работа

2.1 Оценочные материалы: текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и проводится в виде практических заданий, вопросов для собеседования по теме на практических занятиях, устного опроса.

Вид ОМ	Описание оценочного материала																
Практическое задание (ПЗ)	<p>Производственные функции</p> <p>Производственная функция для райпо имеет вид $f(x_1, x_2) = 10\sqrt{x_1} \cdot \sqrt{x_2}$, где f – товароборот (млн руб.); x_1 – производственная площадь (тыс. м²); x_2 – численность работников (сотни чел.). Рассмотрите изокванту уровня $y_0 = \sqrt{100 + \delta}$ и найдите на ней точку C_1 с координатами \vec{x}_1, \vec{x}_2, где $\vec{x}_1 = \frac{(\delta - 100)}{100}$, и точку C_2 с координатами x_1^*, x_2^*, где $x_2^* = \frac{(\delta - 300)}{100}$. Сделайте вывод о возможности замены ресурсов (\vec{x}_1, \vec{x}_2) и (x_1^*, x_2^*). Полученные результаты изобразите графически.</p>																
	<p>Функция спроса</p> <p>Произведите классификацию товаров по следующей таблице эластичностей</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Товар</th> <th>1-й</th> <th>2-й</th> <th>3-й</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-й</td> <td>$\frac{\delta - 610}{100}$</td> <td>$\frac{550,5 - \delta}{100}$</td> <td>$\frac{570,5 - \delta}{100}$</td> </tr> <tr> <td>2-й</td> <td>$\frac{550,5 - \delta}{120}$</td> <td>$\frac{\delta - 640}{100}$</td> <td>$\frac{520,5 - \delta}{100}$</td> </tr> <tr> <td>3-й</td> <td>$\frac{570,5 - \delta}{120}$</td> <td>$\frac{520,5 - \delta}{90}$</td> <td>$\frac{\delta - 680}{100}$</td> </tr> </tbody> </table>	Товар	1-й	2-й	3-й	1-й	$\frac{\delta - 610}{100}$	$\frac{550,5 - \delta}{100}$	$\frac{570,5 - \delta}{100}$	2-й	$\frac{550,5 - \delta}{120}$	$\frac{\delta - 640}{100}$	$\frac{520,5 - \delta}{100}$	3-й	$\frac{570,5 - \delta}{120}$	$\frac{520,5 - \delta}{90}$	$\frac{\delta - 680}{100}$
	Товар	1-й	2-й	3-й													
1-й	$\frac{\delta - 610}{100}$	$\frac{550,5 - \delta}{100}$	$\frac{570,5 - \delta}{100}$														
2-й	$\frac{550,5 - \delta}{120}$	$\frac{\delta - 640}{100}$	$\frac{520,5 - \delta}{100}$														
3-й	$\frac{570,5 - \delta}{120}$	$\frac{520,5 - \delta}{90}$	$\frac{\delta - 680}{100}$														
<p>Межотраслевой баланс</p> <p>3.3. За отчетный период имел место следующий баланс продукции:</p>																	

$$x_1 = x_{11} + x_{12} + y_1;$$

$$x_2 = x_{21} + x_{22} + y_2;$$

$$x_{11} = 800 - \delta;$$

$$x_{12} = 700 - \delta;$$

$$x_{21} = 750 - \delta;$$

$$x_{22} = 850 - \delta;$$

$$y_1 = 300;$$

$$y_2 = 220;$$

- а) вычислите коэффициенты прямых затрат;
 б) вычислите плановый объем валовой продукции отраслей при плане выпуска конечной продукции: $y_1^H = 350$; $y_2^H = 250$ – при условии неизменности технологии производства

Системы массового обслуживания

В магазине самообслуживания работают две кассы с интенсивностью $\mu = (\delta + 300)/100$ треб./мин. каждая. Входящий поток требований имеет интенсивность $\lambda = (\delta + 400)/100$ треб./мин. Рассчитайте долю времени простоя касс и среднюю длину очереди. Если интенсивность входящего потока станет равной $\lambda = (700 - \delta)/10$ треб./мин., то будет ли выполнено условие стационарности? Если будет, то во сколько раз увеличится средняя длина очереди

Оптимальное управление товарными запасами

Сделайте вывод о целесообразности аренды дополнительных складских емкостей или о необходимости сокращения объема заказываемой партии товара с учетом имеющихся складских емкостей при сравнении фактической

$\alpha \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$ и предельной $\lambda \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кг} \cdot \text{сут.}} \right)$ арендной платы за хранение

единицы товара в единицу времени.

$$\alpha = \frac{700 - \delta}{4000}, \quad \lambda = \frac{\delta - 400}{4000}.$$

Теория игр

Выберите стратегии с позиций крайнего пессимизма, крайнего оптимизма и оптимизма-пессимизма для следующей платежной матрицы

A ε	ε_1	ε_2	ε_3
A_1	$\delta - 490$	$\delta - 480$	$620 - \delta$
A_2	$610 - \delta$	$620 - \delta$	$630 - \delta$

A_3	$ 550 - \delta + 10$	$ 560 - \delta + 10$	$640 - \delta$																																				
<p>Сетевое планирование</p> <p>По данным планирования торговой деятельности потребительского общества построить сетевой график, для которого определить ранние и поздние сроки событий, критический путь, резервы времени.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td colspan="8">Тип задания</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(1,2)</td> <td>(1,6)</td> <td>(2,3)</td> <td>(3,4)</td> <td>(3,5)</td> <td>(3,6)</td> <td>(4,5)</td> <td>(5,6)</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td colspan="8">Длительность работ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>7</td> <td>6</td> </tr> </table>					Тип задания									(1,2)	(1,6)	(2,3)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(4,5)	(5,6)		Длительность работ									7	5	4	9	2	1	7	6
	Тип задания																																						
	(1,2)	(1,6)	(2,3)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(4,5)	(5,6)																															
	Длительность работ																																						
	7	5	4	9	2	1	7	6																															
<p>Форма предъявления: Задания в текстовом формате, требующие развернутого ответа с обоснованием хода рассуждений, предложений и рекомендаций и самостоятельным принятием управленческих решений. Решение ситуационных заданий осуществляется с целью проверки уровня знаний, умений, владений, понимания студентом основных методов и законов изучаемой теории при решении конкретных задач, умения применять на практике полученные знания.</p> <p>Процедура: Задачи решаются во время занятия или в период самостоятельной работы с использованием информационных материалов (таблицы, нормативные, статистические, правовые справочные материалы).</p> <p>Шкала оценивания /критерии:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">«Отлично»</td> <td>Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), ответы на дополнительные вопросы верные, четкие.</td> </tr> <tr> <td>«Хорошо»</td> <td>Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.</td> </tr> <tr> <td>«Удовлетворительно»</td> <td>Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.</td> </tr> <tr> <td>«Неудовлетворительно»</td> <td>Ответ на вопрос задачи дан не правильный. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.</td> </tr> </table>				«Отлично»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), ответы на дополнительные вопросы верные, четкие.	«Хорошо»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.	«Удовлетворительно»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.	«Неудовлетворительно»	Ответ на вопрос задачи дан не правильный. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.																												
«Отлично»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), ответы на дополнительные вопросы верные, четкие.																																						
«Хорошо»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.																																						
«Удовлетворительно»	Ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.																																						
«Неудовлетворительно»	Ответ на вопрос задачи дан не правильный. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.																																						

Вариант контрольной работы для студентов ЗФО

1. Эластичность использования ресурса
2. Условие продуктивности
3. Задача.

В магазине самообслуживания работают две кассы с интенсивностью $\mu = (\delta + 300)/100$ треб./мин. каждая. Входящий поток требований имеет интенсивность $\lambda = (\delta + 400)/100$ треб./мин. Рассчитайте долю времени простоя касс и среднюю длину очереди. Если интенсивность входящего потока станет равной $\lambda = (700 - \delta)/10$ треб./мин., то будет ли выполнено условие стационарности? Если будет, то во сколько раз увеличится средняя длина очереди.

Описание оценочного материала:

Контрольная работа	Форма предъявления: темы контрольной работы	
	Процедура: обучающийся выполняет контрольную работу письменно,	
	Шкала оценивания /критерии: (положительная оценка за контроль работу является основанием для допуска студента ЗФО к сдаче зачета)	
	«Зачтено»	Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся обнаруживший знания учебного материала достаточных до всесторонних и глубоких, умею свободно выполнять задания, предусмотрен программой, усвоивший основную и знакомь дополнительной литературой. Обучающийся демонстрирует уверенное владк понятийно-терминологическим аппара дисциплины, отсутствуют ошибки в употребле терминов.
	«Не зачтено»	Оценки «не зачтено» заслуживает обучающийся усвоивший большую часть программного матери не ответивший на большинство основных дополнительных вопросов, либо отказавши отвечать на вопросы зачета.

Оценочные материалы: промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по итогам обучения по дисциплине осуществляется в форме зачёта и имеет целью – определить степень достижения планируемых результатов. Знания и умения обучающихся, характеризующие этапы формирования компетенций, по данным контроля оцениваются по шкале «зачтено» – «не зачтено».

Зачет проводится в конце семестра по завершении аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине. Для получения зачета обучающийся должен отработать все практические занятия, выполнить все задания самостоятельной (внеаудиторной) работы. Контроль и оценку самостоятельной (внеаудиторной) работы преподаватель осуществляет на занятиях и в процессе консультаций.

Вопросы к зачету

1. **Производственная функция**
 - 1.1 Определение производственной функции. Её свойства.

- 1.2 Виды производственных функций.
- 1.3 Предельная эффективность использования ресурса.
- 1.4 Средняя эффективность использования ресурса.
- 1.5 Эластичность использования ресурса.
- 1.6 Экономическая область.
- 1.7 Изокванта.
- 1.8 Графическое изображение изокванты для каждого вида производственной функции.
2. **Межотраслевой баланс**
 - 2.1 Определение валовой продукции.
 - 2.2 Определение промежуточной продукции.
 - 2.3 Определение конечной продукции.
 - 2.4 Соотношение между валовой, конечной и промежуточной продукцией.
 - 2.5 Коэффициент прямых затрат.
 - 2.6 Условие продуктивности.
 - 2.7 Коэффициент полных затрат.
 - 2.8 Матричная модель МОБ.
 - 2.9 Задачи межотраслевого баланса.
3. **Функция покупательского спроса**
 - 3.1 Определение функции покупательского спроса.
 - 3.2 Основные свойства функции покупательского спроса.
 - 3.3 Коэффициент эластичности спроса на товар от дохода.
 - 3.4 Классификация товаров по коэффициенту эластичности спроса от дохода.
 - 3.5 Прямой коэффициент эластичности спроса на товар от цены.
 - 3.6 Классификация товаров по прямым коэффициентам эластичности спроса от цены.
 - 3.7 Перекрестный коэффициент эластичности спроса на товар от цены.
 - 3.8 Классификация товаров по перекрестным коэффициентам эластичности спроса от цены.
4. **Системы массового обслуживания**
 - 4.1 Система массового обслуживания (СМО). Виды систем массового обслуживания.
 - 4.2 Интенсивность входящего потока.
 - 4.3 Интенсивность обслуживания.
 - 4.4 Параметр загрузки системы: формула и экономический смысл.
 - 4.5 Условие стационарности.
 - 4.6 Характеристики работы двухканальной СМО с очередью: формулы и экономический смысл.
 - 4.7 Контрольное правило.
5. **Оптимальное управление товарными запасами**
 - 5.1 Постановка задачи оптимального управления товарными запасами.
 - 5.2 Этапы решения задачи оптимального управления товарными запасами.
 - 5.3 Оптимальный размер заказа партии товара.
 - 5.4 Экономический смысл множителя Лагранжа.
 - 5.5 В каком случае аренда дополнительного склада а) выгодна? б) невыгодна?
6. **Теория игр**
 - 6.1 Определение события и работы.
 - 6.2 Сетевой график.
 - 6.3 Понятие пути. Критический путь.
 - 6.4 Резервы времени работ. Их виды.

6.5 Условие, которому должны удовлетворять события, лежащие на критическом пути.

6.6 Условие, которому должны удовлетворять работы, лежащие на критическом пути.

6.7 В чем заключается оптимизация сетевого графика?

6.8 Экономический смысл коэффициент затрат на ускорение. Графическая интерпретация.

7. Сетевое планирование.

7.1 Определение критического пути.

7.2 Ранние сроки наступления события

7.3 Поздние сроки наступления события.

7.4 Резервы времени.

Описание оценочного материала

Форма предъявления: Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Процедура: Зачет проводится в конце семестра по завершении аудиторной и самостоятельной работы по дисциплине путем собеседования.

Критерии/шкала оценивания:

«Зачтено»	Оценки «зачтено» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания учебного материала от достаточных до всесторонних и глубоких, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой. Обучающийся демонстрирует уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов.
«Не зачтено»	Оценки «не зачтено» заслуживает обучающийся, не усвоивший большую часть программного материала, не ответивший на большинство основных и дополнительных вопросов, либо отказавшийся отвечать на вопросы зачета.

11. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной деятельности обучающихся, совершенствования методики проведения занятий и проводится в ходе всех видов занятий в форме устного опроса на лекционных, семинарских и практических занятиях, выполнения устных и письменных практических заданий, в форме рубежного контроля и в форме выполнения контрольных работ.

Критерии оценки устных ответов в ходе проведения семинарских и практических занятий

Шкала оценивания и отметка	Показатели оценивания
Отлично	Содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном учебной программой. Речь последовательна, хорошо продумана, изложена грамотным языком, с точным использованием терминологии. Обучающийся продемонстрировал умение иллюстрировать материал конкретными примерами, в том числе на основе ранее изученного материала, показано умение делать обобщение, выводы, сравнение. Изложение ответа осуществляется самостоятельно, без наводящих вопросов. Обучающийся принимает активное участие в изложении или в обсуждении изучаемого материала.
Хорошо	Обучающийся не полностью раскрыл содержание материала, но показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала. Изложение материала недостаточно последовательное, имеются затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии, однако обучающийся активно участвует в обсуждении изучаемого материала.
Удовлетворительно	Обучающийся затрудняется в изложении

	материала, делает обобщения, выводы, сравнения с помощью преподавателя, отвечает с помощью наводящих вопросов и подсказок, затрудняется в приведении примеров. С трудом вспоминает пройденный материал, не активен, в обсуждении материала участвует эпизодически.
Неудовлетворительно	Обучающийся не раскрыл основное содержание учебного материала или содержание материала излагалось с многочисленными подсказками, показавшими незнание или непонимание большей части учебного материала, допущены путаница и ошибки в определении понятий, продемонстрировано полное неумение приводить примеры при объяснении материала, в обсуждении материала пассивен.

Рубежный контроль является одним из видов текущего контроля. Рубежный контроль осуществляется с целью систематической проверки достижения обучающимися обязательных результатов обучения по дисциплине – минимума, который необходим для дальнейшего обучения, выполнения программных требований к уровню подготовки обучающихся. Рубежный контроль проводится по завершении изучения отдельных наиболее сложных и объемных тем, разделов учебной дисциплины. Рубежный контроль проводится на практических или семинарских занятиях. Лица, не сдавшие (не прошедшие) рубежный контроль, до промежуточной аттестации не допускаются. Результаты рубежного контроля заносятся в журнал учета учебных занятий. Рубежный контроль проводится в форме письменного или автоматизированного (компьютерного) тестирования. Обучающемуся предъявляется не менее 20 тестовых вопросов. Время для выполнения задания предоставляется из расчета: 1 минута на один тестовый вопрос.

Критерии оценки результатов тестирования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	Даны ответы не менее, чем на 90% тестовых заданий
Хорошо	Даны ответы не менее, чем на 75% тестовых заданий
Удовлетворительно	Даны ответы не менее, чем на 60% тестовых заданий
Неудовлетворительно	Даны ответы менее, чем на 60% тестовых заданий

Контрольная работа является видом текущего контроля, в отдельных случаях (если есть соответствующее указание в учебном плане) контрольная работа является формой промежуточной аттестации. Контрольные работы выполняются обучающимися в виде письменных ответов на вопросы, решения задач, выполнения контрольных (в том числе тестовых) заданий или практической проверки выполнения практических действий по составлению (корректировке) юридических документов. Выполнение контрольных работ может быть организовано в электронной форме. Содержание заданий на контрольную работу и порядок ее выполнения устанавливаются кафедрой.

**Критерии оценки результатов выполнения контрольной работы,
проведенной в форме решения практических задач**

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Решение задачи (выполнение задания) осуществлено верно, обучающимся продемонстрировано умение пользоваться теоретическими знаниями, приведены все необходимые ссылки на нормативно-правовые акты. Выводы достоверны и аргументированы с привлечением источников нормативно-правовой информации. Формулировки выводов четкие, понятные и обоснованные. При неоднозначности возможного решения (описания ситуации) приведены возможные варианты с указанием последствий.
Хорошо	Задача (выполнение задания) решена верно, обучающимся продемонстрировано умение пользоваться теоретическими знаниями для решения практической задачи. Однако приведены не все необходимые ссылки на нормативно-правовые акты, формулировки выводов недостаточно четкие и понятные. Аргументация выводов свидетельствует об их недостаточной достоверности и обоснованности.
Удовлетворительно	Задача в целом решена, однако отсутствуют ссылки на нормативно-правовые акты. Решение задачи осуществлено шаблонно, без должного проявления профессиональной компетентности. Отсутствует логика, точность

	и грамотность изложения решения задачи (выполнения задания). Вывод недостаточно обоснован, не содержит необходимой аргументации, поверхностный или не следует из решения задачи.
Неудовлетворительно	Задача решена неверно или решение задачи отсутствует.

При оценивании результатов письменных контрольных работ обязательно учитываются грамотность изложения, чистота и правильность оформления работ. Работа, правильно передающая содержание материала, но изложенная с грамматическими ошибками или ошибками в графическом оформлении, не может быть оценена выше, чем - удовлетворительно. За работу, выполненную с грубыми грамматическими ошибками, нелитературным языком, неграмотно или небрежно графически оформленную, выставляется оценка - неудовлетворительно.

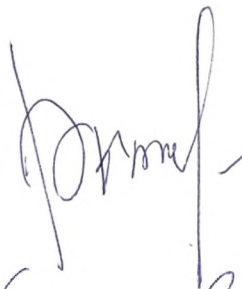
Критерии оценки результатов выполнения контрольной работы, проведенной в форме тестирования:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	Даны ответы не менее, чем на 90% тестовых заданий
Хорошо	Даны ответы не менее, чем на 75% тестовых заданий
Удовлетворительно	Даны ответы не менее, чем на 60% тестовых заданий
Неудовлетворительно	Даны ответы менее, чем на 60% тестовых заданий

При проведении контрольной работы в смешанной форме (теоретическая часть – в форме тестирования, а практическая часть – в форме выполнения практического задания) каждая часть работы оценивается отдельно по пятибалльной шкале в соответствии с вышеуказанными критериями. Оценка за контрольную работу в целом выставляется по сумме баллов за теоретическую и практическую часть в соответствии со следующей шкалой оценивания:

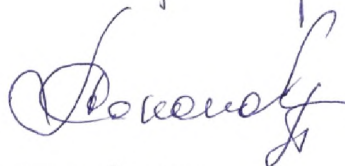
Оценка	Сумма баллов за теоретическую и практическую часть контрольной работы
Отлично	9-10
Хорошо	7-8
Удовлетворительно	5-6
Неудовлетворительно	0-4

Заведующий
кафедрой экономики



И.В. Рыжов

Разработчик
Доцент кафедры экономики



А.П. Соколов

Обсуждено и одобрено на заседании кафедры
протокол №5 от «03» июля 2023 г.

**Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу
дисциплины**

Номер изменений	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание* для изменений
	изме- ненных	замене- нных	анну- лирован- ных	новых			

*Основанием для внесения изменения является решение кафедры
(протокол № ___ от « ___ » _____ 20__ г.).