

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Базовая кафедра менеджмента и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И.Луковникова

« _____ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ**

Б1.В.ДВ.04.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

27.03.05 Инноватика

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление инновациями

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	6
4.3 Лабораторные работы.....	12
4.4 Практические занятия.....	12
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	12
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	14
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	15
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ ...	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	31
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	31
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	32
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	37
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	38

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к информационно-аналитическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций практико-ориентированного математического моделирования задач управления исследуемыми процессами и системами.

Задачи дисциплины

Овладение студентами методологией и методиками разработки и использования компьютерных моделей исследуемых процессов и систем на основе знаний математики, теории управления и информационных технологий в инновационной деятельности.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	знать: - теоретические основы и методологические принципы математического моделирования исследуемых процессов и систем; уметь: - разрабатывать математические модели в области управления исследуемыми процессами и системами; владеть: – информационными технологиями реализации математических моделей в области управления исследуемыми процессами и системами.
ПК-14	способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	знать: -теоретические основы и методологические принципы разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; уметь: -использовать основные методы и инструменты разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; владеть: -методами и технологиями разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Математические модели и методы относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

Дисциплина «Математические модели и методы» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Б1.Б.09 «Математика», Б1.Б.14 «Теория и системы управления».

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, дисциплина «Математические модели и методы» представляет основу для изучения таких дисциплин как Б1.В.05 «Системный анализ и принятие решений», Б1.Б.18 «Экономика предприятия» и ряда других дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 27.03.05 Инноватика профиля подготовки «Управление инновациями».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	108	51	17	-	34	57	-	зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоем- кость (час.)	в т.ч. в интер- активной, ак- тивной, иннова- ционной формах, (час.)	Распреде- ление по семест- рам, (час.)
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	11	51
Лекции (Лк)	17	5	17
Практические занятия (ПЗ)	34	6	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	57
Подготовка к практическим занятиям	45	-	45
Подготовка к зачету	12	-	12
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- емкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обуча- ющихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		само- стоя- тель- ная ра- бота обуча- ющихся
			лекции	практиче- ские занятия	
1	2	3	4	6	7
1.	Теоретические основы математического моделирования	8	2	-	6
1.1.	Модель и моделирование системы.	4	1	-	3
1.2.	Сущность, виды и основные этапы формирования математической модели системы.	4	1	-	3
2.	Модели математического программирования	37	5	16	16
2.1	Модели математического программирования: основные понятия, виды, методы решения	20	3	8	9
2.2.	Дискретные задачи линейного программирования	17	2	8	7
3.	Стохастический факторный	25	4	8	13

	анализ экономических систем				
3.1.	Парная корреляция и регрессия: основные понятия, виды моделей, методы идентификации, исследование значимости.	12	2	4	6
3.2.	Множественная корреляция и регрессия: основные задачи, виды моделей, проблемы идентификации	13	2	4	7
4.	Математические методы прогнозирования динамических рядов	26	4	8	14
4.1.	Экономическая динамика: основные задачи и понятия, аналитические показатели	3	1	-	2
4.2.	Состав динамического ряда. Типы экономического развития и их трендовые модели.	12	2	4	6
4.3.	Основные этапы и методы построения трендовых моделей. Прогнозирование динамических рядов: основные понятия, методы реализации	11	1	4	6
5.	Моделирование СМО	12	2	2	8
5.1.	Модели систем массового обслуживания (СМО): основные компоненты, статистические основы моделирования	5	1	-	4
5.2.	Конфигурация и операционные характеристики СМО.	7	1	2	4
	ИТОГО	108	17	34	57

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Теоретические основы математического моделирования

Тема 1.1 Модель и моделирование системы. Лекция беседа (1 час)

Модель можно рассматривать как любую другую систему, обладающую той же формальной структурой при условии, если - между системными характеристиками объекта и модели существует взаимодействие, - модель более проста и доступна для исследования свойств объекта. Любая модель – это заменитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение его свойств. Моделирование – представление объекта моделью для получения информации об объекте путем проведения эксперимента с моделью.

Основные области применения моделирования: на этапе исследования системы (до ее проектирования) с целью определения основных параметров и правил взаимодействия ее элементов между собой, с внешней средой. на этапе проектирования. Для анализа и синтеза различных структур и выбора наилучшей с учетом критерия оптимальности и ограничений. на этапе эксплуатации системы. Для получения оптимальных режимов функционирования и прогнозных оценок развития.

Преимущества моделирования: моделирование позволяет более простыми средствами изучать свойства системы, изменять ее параметры, определять цели.

Уровни моделей систем.

Уровни статических моделей систем: 1.Уровень черного ящика, 2.Уровень состава системы, 3.Уровень структуры системы, 4.Структурная схема процесса (белый, прозрачный ящик).

Динамические модели.

Система является **динамической**, если в ней происходят какие-либо изменения. Модели, отображающие такие системы, являются динамическими, т.е. описывают динамику систем с различной степенью детализации в зависимости от уровня модели системы, которые соответствуют этапам построения динамической модели.

На уровне черного ящика: вход соответствует начальному этапу состояния системы, выход – конечному (желаемому) состоянию.

Свойства моделей.

Отражают степень соответствия между моделью и объектом. 1. Конечность. 2. Упрощенность. 3. Приближенность. 4. Адекватность. 5. Истинность. 6. Когерентность.

Принципы моделирования.

Вытекают из основных принципов системного анализа, т.е. являются ответами на вопросы: что должно быть сделано, когда, при помощи чего/кого, на основе какой информации, какой должен быть получен в итоге результат

Принципы: 1) Достаточность используемой информации. 2) Инвариантность используемой информации. 3) Преэминентность моделей. 4) Эффективная реализуемость комплекса моделей.

Классификация моделей систем.

По способу описания, Природа возникновения целей системы, Природа используемых элементов.

Экономико-математическая модель – выражение, состоящее из совокупности взаимосвязанных математическими зависимостями величин и факторов, все или часть которых имеют экономический смысл.

Виды математических моделей: непрерывные и дискретные, динамические и статические, детерминированные и стохастические, аналитические и численные (имитационные).

Тема 1.2. Сущность, виды и основные этапы формирования математической модели системы.

Экономико-математическая модель (ЭММ) – выражение, состоящее из совокупности взаимосвязанных математическими зависимостями величин и факторов, все или часть которых имеют экономический смысл.

Элементы ЭММ:

– **параметры**: если они изменяются в процессе функционирования системы, то они являются переменными. Различают переменные состояние и переменные управления;

– **характеристики**: интересующие исследователя конечные результаты функционирования системы и выходные характеристики внешней среды.

Классификация экономико-математических моделей инновационных процессов

– По способу отражения действительности: функциональные; структурные; структурно-функциональные.

– По учету требования целочисленности: дискретные (целочисленные); непрерывные.

– По временному признаку: динамические; статические.

– По способу логико-математического отражения действительности: линейные, нелинейные.

– По целевому назначению: теоретико-аналитические, прикладные.

– По характеру отражения причинно-следственных связей: детерминированные, стохастические.

Этапы моделирования:

1. Анализ системы 2. Синтез модели. 3. Проверка адекватности модели сопутствует всем этапам.

Раздел 2. Модели математического программирования

Тема 2.1. Модели математического программирования: основные понятия, виды, методы решения.

Лекция беседа (1 час).

Основные понятия: *целевая функция* – функция, экстремум которой необходимо определить; *решение задачи* (из области допустимых, т.е. неотрицательных значений управляемых переменных), удовлетворяющее экстремуму функции называется *оптимальным*, *Область допустимых решений* – та, в которой осуществляется выбор допустимых решений.

В общем виде, любая задача математического программирования может быть сформулирована следующим образом: $F(X) \rightarrow \max(\min)$, $X \in M$, где M – область допустимых решений, X – управляемые переменные.

Виды моделей: Способ математического выражения целевой функции и (или) системы ограничений: линейное, нелинейное; требование к целочисленности или дискретности: непрерывное, дискретное; учет вероятностного характера выполнения системы ограничений и (или) достижения целевой функции: стохастическое, детерминированное программирование; временной характер \approx количество этапов решения задач: динамическое, статическое программирование.

Методы решения:

1. Линейных задач: симплекс-метод, графический метод.

2. Нелинейных задач: метод множителей Лагранжа, кусочно-линейных приближений, градиентные методы.

3. Дискретных задач: ветвей и границ, отсекающих плоскостей.

Тема 2.2. Дискретные задачи линейного программирования.

Разновидностью дискретных ЗЛП являются распределительные задачи: транспортные модели (ТЗЛП) и задачи о назначениях.

Основное назначение ТЗЛП – составление оптимального плана перевозок продукции из нескольких пунктов отправления или от производителей (ПО) в несколько пунктов назначения или к потребителям (ПН), т.е. нахождение такого количества продукции x_{ij} , которое необходимо перевести из каждого i -го ПО в каждый j -ый ПН с таким расчётом, чтобы минимизировать суммарные транспортные расходы, которые пропорцио-

нальны стоимости перевозки единицы продукции (c_{ij}) и объёму перевозимой продукции. В качестве x_{ij} могут выступать физические единицы измерения веса, единицы учёта количества транспортных средств.

Экономико-математическое содержание задачи о назначениях можно представить следующим образом.

Требуется распределить или назначить m работ или рабочих по n рабочим местам. Выполнение каждой из работ связано с определенными затратами c_{ij} . Предполагается, что одна работа выполняется одним исполнителем. Задача заключается в таком распределении работников по рабочим местам, чтобы обеспечить минимум суммарных затрат. Задача является частным случаем транспортной, а именно – работы соответствуют ПО, а рабочие места – ПН.

Постановка задачи: найти такие $x_{ij} \geq 0$, при которых $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} c_{ij} \rightarrow \min$, и выполняется система

$$\text{ограничений} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \end{cases}$$

причем, неизвестные могут принимать два альтернативных значения: если $x_{ij} = 0$ – i -ый исполнитель не назначается на j -ое рабочее место, если $x_{ij} = 1$ – назначается.

Специфическая структура исходных условий задачи о назначениях позволяет применять более эффективный (по сравнению с методами решения ТЗЛП) способ нахождения оптимального решения, основанный на допущении, что оптимальное решения задачи не изменится, если к любой строке или к любому столбцу исходной матрицы стоимостей прибавить или вычесть из них постоянную величину. Если можно построить новую матрицу стоимостей с нулевыми элементами, и эти нулевые элементы образуют допустимое решение, то это решение будет являться оптимальным.

Раздел 3. Стохастический факторный анализ экономических систем.

Тема 3.1. Парная корреляция и регрессия: основные понятия, виды моделей, методы идентификации, исследование значимости. Лекция беседа (1 час).

Отношение взаимозависимости между случайными величинами называется корреляцией, которая может быть парной или множественной.

Регрессия - зависимость среднего значения резульативного показателя от изменения среднего значения факторов. Также может быть парной или множественной. Авторегрессия- зависимость между соседними значениями показателя.

Уравнения регрессии – математической модели взаимосвязи между случайными величинами $y = \varphi(x) + \varepsilon$, где y – фактическое значение Y ; $\varphi(x)$ – функция отклика (математическая функция связи Y и X); ε – точность (ошибка) модели, объективное существование которой обусловлено ошибками выборки.

Для количественной оценки характера, т.е. степени и направления линейной корреляционной взаимосвязи между Y и X используется линейный парный коэффициент корреляции.

Интерпретация полученных значений основана на следующих свойствах данного коэффициента.

1. $0 \leq r_{yx} \leq 1$. Чем ближе абсолютное значение r_{xy} к 1, тем больше степень линейной взаимосвязи между Y и X . 3. Если $r_{xy} = 0$, то между Y и X нет линейной зависимости, но может существовать нелинейная. 4. Если $|r_{xy}| = 1$, то между Y и X существует функциональная зависимость. 5. При $r_{xy} > 0$ – связь прямая (тенденции изменения показателей одинаковы), при $r_{xy} < 0$ – связь обратная. 6. $r_{xy} = r_{yx}$. 7. Величина r_{xy} не изменится, если значения X и Y увеличить или уменьшить в (на) одно и то же число раз.

После расчетов выдвигается статистическая гипотеза H_0 : об отсутствии линейной зависимости в генеральной совокупности наблюдений. Для ее проверки определяется расчетное значение t -критерия Стьюдента.

Методы идентификации:

1. Графический.
2. Экономико-теоретический.
3. Метод наименьших квадратов. Реализуется при соблюдении соответствующих предпосылок.

Стохастическая зависимость линейного вида $\tilde{y} = ax + b + \varepsilon$ наиболее распространена в эконометрических исследованиях по причине ее четкой экономической интерпретации.

Нелинейная регрессия: Выделяют следующие группы нелинейных уравнений регрессии.

Во-первых, это регрессия, нелинейная относительно факторов (объясняющих переменных), но линейная по оцениваемым параметрам. К следующей группе относят регрессию, нелинейную по оцениваемым параметрам. В ее составе выделяют две подгруппы. В одну из них включают нелинейные модели, которые являются

внутренне линейными, т.е. те, которые могут быть линеаризованы. Ко второй подгруппе относят модели, которые можно считать внутренне нелинейными.

Значимость уравнения определяется возможностью надежного прогноза результативного показателя по значениям факторных признаков. Значимость линейной регрессии проверяется в целом по F-критерию Фишера, а параметры уравнения регрессии – путем построения доверительных интервалов

Тема 3.2. Множественная корреляция и регрессия: основные задачи, виды моделей, проблемы идентификации

Лекция беседа (1 час).

Основная цель - построение модели как можно с большим числом факторов, а также – определение влияния каждого из них в отдельности и в совокупности на изменение результативного показателя. Задачи:

- исследование взаимосвязи одной переменной с совокупностью всех остальных переменных.
- изучение зависимости между двумя переменными при исключении (элиминировании) влияния всех остальных переменных.

Эти задачи решаются на основе матрицы парных коэффициентов корреляции $r_{p \times p}$.

В отличие от парной регрессии, спецификация множественной предполагает не только выбор формы зависимости между Y и X , но и отбор факторов, который должен осуществляться с учетом требований, предъявляемых к независимым переменным.

Во-первых, количество факторов должно быть в 6-8 раз меньше объема выборки, иначе сокращается количество степеней свободы, что приводит к незначимости уравнения регрессии. Во-вторых, должна быть доказана экономическая (теоретическая) значимость влияния факторов на изменение результативного показателя. В-третьих, факторы должны быть количественно измеримыми (если факторы качественные, то строятся регрессионные модели с переменной структурой). В-четвертых, факторы не должны быть **интеркоррелированы** (внутренне зависимыми) и тем более, функционально зависимыми. Иначе, возможно дублирование влияния (при $|r_{x_i x_j}| \geq 0,7$), т.е. **мультиколлинеарность** факторов, под которой понимается наличие линейного соотношения или высокой корреляционной связи между двумя и более факторами.

В эконометрических исследованиях используются линейные и нелинейные функции для построения множественных регрессионных уравнений. При выборе функции необходимо учитывать возможности ее линеаризации и экономической интерпретации, а также выполнение соотношения между числом параметров и числом наблюдений.

Раздел 4. Математические методы прогнозирования динамических рядов

Тема 4.1. Экономическая динамика: основные задачи и понятия, аналитические показатели. Лекция беседа (1 час).

Экономическая динамика решает два типа задач:

- *ретроспективные*, заключающиеся в изучении причинно-следственных связей и закономерностей прошлого развития;
- *перспективные*, связанные с оценкой возможности экстраполяции ретроспективных тенденций на будущий период развития.

Траектория – это функция, описывающая поведение системы и позволяющая определить состояние объекта в любой момент времени, т.е. $Y = Y(t)$, где $t \in \bar{T}$; \bar{T} – конечный отрезок времени (может быть также бесконечным при построении теоретических моделей), на котором определена траектория, причем, для ретроспективных задач отрезок времени выглядит как $[-\infty; 0]$, для перспективных задач – $[0; \infty]$.

В зависимости от способа учета времени различают следующие виды траекторий:

- непрерывная – траектория в этом случае формализуется в виде конечно-разностных или дифференциальных уравнений;
- дискретная – траектория представляется в виде динамического (временного) ряда, который может быть моментным или интервальным.

Уровнями Y_t динамического ряда называются его последовательные значения. Количество уровней определяет длину временного ряда.

Основные числовые характеристики динамических рядов: дискретные характеристики скорости, интенсивности и относительной скорости временного ряда (цепные и базисные), средние характеристики изменения динамических рядов (средний абсолютный прирост, средний темп роста, средний уровень ряда), непрерывные числовые характеристики, которые определяются по функциям (траекториям).

Тема 4.2. Состав динамического ряда. Типы экономического развития и их трендовые модели.

Каждый уровень y_t динамического ряда формируют следующие элементы.

1. Основная тенденция (тренд $f(t)$).
2. Случайная составляющая.
3. Сезонные (квартальные) колебания $s(t)$.
4. Периодические колебания.

Траектории, как математические модели экономического развития, классифицируются в зависимости от динамики цепного абсолютного прироста.

Первому типу экономического развития соответствуют траектории с постоянной скоростью (с константным или приблизительно постоянным ростом). Второй вид развития может моделироваться траекториями с увеличивающейся скоростью. Третий тип развития. Особый класс представляют собой модели экономического развития с качественным изменением характеристик. Их особенностью является наличие точки перегиба t^* , в которой скорость меняет свой знак, проходя через нулевое значение абсолютного ускорения.

Тема 4.3. Основные этапы и методы построения трендовых моделей

Методика построения трендовых моделей представляет собой сочетание качественного экономического анализа с формализованными математическими процедурами и реализуется в следующей последовательности.

Выбор класса (вида) уравнения тренда исходя из особенностей динамики исследуемого процесса. Расчет формальных критериев качества аппроксимации, отражающих степень соответствия модели тренда исходному ряду, а именно, чем меньше значение критерия, тем точнее уравнение (по которому рассчитываются теоретические значения \tilde{y}_t) моделирует эмпирические данные. Статистический анализ случайной компоненты $\varepsilon(t)$, которая должна удовлетворять ряду формальных требований. Моделирование сезонных и циклических колебаний в случае установления факта их наличия. Окончательный выбор функции тренда с учетом формальных критериев и характера решаемых задач.

Сглаживание временных рядов – это выделение основной тенденции $f(t)$ из состава динамического ряда, который кроме нее содержит случайную составляющую $\varepsilon(t)$. Применяют различные математические способы сглаживания.

Во-первых, это **аналитическое сглаживание**. Данный метод аналогичен традиционному МНК, который используется для оценки параметров уравнений регрессии.

Одним из наиболее распространенных приемов сглаживания является **метод скользящих средних**. Вместо фактических уровней ряда в данном случае используются его средние значения, рассчитанные за определенный интервал сглаживания $k = 3, 5, 7, \dots$

Принципиально важными преимуществами по сравнению с другими методами выделения тренда обладает **экспоненциальное сглаживание (метод Брауна)**. Сущность этого метода раскрывают его основные характеристики – **экспоненциальные средние**. В частности, экспоненциальная средняя k -го порядка для ряда длиной в n уровней обозначается как S_n^k .

Тема 4.4. Прогнозирование динамических рядов: основные понятия, методы реализации.

Прогноз представляет собой научно-обоснованное предположение о величине показателя в будущем и о способах достижения этого состояния. Система научных исследований количественного и качественного характера, направленных на выявление тенденций развития системы и на поиск оптимальных путей достижения целей этого развития, называется прогнозированием. Горизонт прогнозирования (время упреждения) – это крайний срок, до которого прогноз действителен с заданной точностью или промежуток времени, на который рассчитывается прогноз. Диапазоном осуществления прогноза (прогнозные размахом) называют интервал между максимальным и минимальным значениями осуществимости прогноза.

Ошибка прогноза трактуется как расхождение между фактически достигнутым и прогнозируемым значениями показателя.

Различают следующие виды прогнозов.

1. В зависимости от горизонта прогнозирования (оперативные (до одного месяца); краткосрочные (от нескольких месяцев до одного года); среднесрочные (от 1 до 5 лет); долгосрочные (от 5 до 20 лет); перспективные (более 20 лет).

2. По способу представления результатов: точечные (единственное значение); интервальные (с указанием доверительной вероятности).

3. В зависимости от объекта прогнозирования: экономические; социальные; экологические; маркетинговые и т.п.

4. По методикам разработки: активные, основанные на системе моделей экономической динамики, которая учитывает воздействие внешней среды на объект; пассивные, базирующиеся на изучении экономических процессов, обладающих большой степенью инерционности, например, демографических.

5. По степени формализации методов разработки прогнозов: неформализованные, т.е. качественные методы перспективного исследования систем (экспертные оценки, метод Дельфи, сценарии, синектика, морфологический анализ и т.п.); формализованные (экстраполяция; прогнозирование на основе: экспоненциального сглаживания, модели авторегрессии, модели регрессии, систем эконометрических уравнений и т.п.).

6. По цели прогнозирования (по функциональному признаку): нормативные (целевые), предназначенные для указания возможных путей и сроков достижения заданного, желательного конечного состояния прогнозируемого объекта; поисковые (дескриптивные), которые не ориентируются на заданную цель, а рассматривают возможные направления будущего развития.

Основные формализованные методы прогнозирования:

1. Экстраполяция динамических рядов - с точки зрения математики данный метод прогнозирования сводится к определению значения, которое будет принимать переменная величина x в момент времени t , если известен ряд ее значений за предыдущие периоды (моменты) времени x_{t-1}, x_{t-2} и т.д. Экстраполяция – это распространение тенденций, выявленных в прошлом, на будущий период. Данный метод реализует пассивный прогноз. на основе экспоненциального

2. На основе экспоненциального сглаживания. Данный метод прогнозирования позволяет оценить качество прогноза до того, как произошло событие, т.е. априорно. Для прогнозирования используются полиномы, коэффициенты которых определяются на основе значений экспоненциальных средних, причем вид полинома определяется видом уравнения тренда, построенного при сглаживании ряда и достаточно точно аппроксимирующим эмпирические данные.

3. На основе регрессионных и авторегрессионных моделей. Для прогнозирования рекомендуется использовать только значимые уравнения регрессии. Реализация данного метода сводится к определению прогнозного значения результативного показателя по прогнозируемым значениям факторов, которые, в свою очередь, могут определяться различными методами (на основе экстраполяции, экспоненциального сглаживания и т.д.). Качество прогноза проверяется апостериорно и оценивается с помощью абсолютных и относительных ошибок (по аналогии с экстраполяцией).

Раздел 5. Моделирование СМО

Тема 5.1. Модели систем массового обслуживания (СМО): основные компоненты, статистические основы моделирования.

Процесс обслуживания осуществляется следующим образом.

Заявка присоединяется к очереди других (ранее поступивших) требований. Обслуживающий узел выбирает одно из находящихся в очереди требований, чтобы приступить к его обслуживанию. После завершения процесса обслуживания очередного требования система приступает к обслуживанию следующего.

Вероятность наступления события (поступление заявок или их выбытие) на интервале времени $[t; t+h]$, зависит, только от величины h , т.е. вероятность наступления события не зависит ни от количества события до момента t , ни от положения t на оси времени, т.е. моделируется стационарный процесс.

2. Вероятность реализации события на бесконечно малом промежутке времени $1 > P(h) > 0$.

3. На отрезке h реализуется не более 1 события. свойства входных и выходных потоков.

– поступившее в систему требование с интенсивностью λ обязательно присоединяется к очереди и не покидает ее до тех пор, пока не будет обслужено. Стохастические процессы со случайными исходами такого рода называется процессами чистого рождения;

– процессы на выходе системы рассматриваются в предположении, что система начинает функционировать при наличие в ней N заявок, которые после завершения обслуживания выбывают из системы с интенсивностью μ , т.е. представляют собой процессы чистой гибели.

Тема 5.2. Конфигурация и операционные характеристики СМО.

Структура и функциональные возможности модели СМО определяются следующими факторами.

1. *Распределение (вероятностей) моментов поступления требований* – единичных (индивидуальных) или групповых.

2. *Распределение вероятностей продолжительности обслуживания.*

3. *Конфигурация обслуживающей системы* (последовательная, параллельная, последовательно-параллельная).

3. *Дисциплина очереди*, т.е. принципы, в соответствии с которыми поступившие на вход системы требования подключаются из очереди к процедуре обслуживания (ПЕРППО, ПОСППО, СОЗ, нерегламентированная).

4. *Приоритетные характеристики обслуживания* определяют способ группировки поступивших требований по очередям по критерию приоритетности.

5. *Вместимость блока ожиданий* (допустимая длина очереди). Очередь может быть: ограниченной по различным причинам, неограниченной.

6. *Емкость (мощность) источника требований* (конечная, бесконечно большая).

7. *Бихевиоральные характеристики* (би-факторы), т.е. те, которые ассоциированы с поведением индивидуумов и не рассматриваются как интегрированные характеристики всей совокупности находящихся в состоянии ожидания клиентов, и поэтому не влияют на операционные возможности СМО.

Конфигурация СМО, представляющая собой совокупность количественных и качественных параметров вышеуказанных факторов, идентифицируется с помощью обозначения Кенделла $(a/b/c):(d/e/f)$,

где a – распределение моментов поступления заявок на обслуживание;

b – распределение моментов времени обслуживания, т.е. выбытия заявок;

c – число параллельно функционирующих узлов;

d – дисциплина очереди;

e – максимально возможное число допускаемых в систему требований;

f – емкость источника заявок.

При выполнении условия стационарности (интенсивность выходного потока μ больше интенсивности входного потока λ , т.е. $\rho = \lambda/\mu < 1$) рассчитываются следующие операционные характеристики системы:

- P_n : вероятность того, что в системе находится n клиентов;
- L_s : среднее число клиентов, находящихся в системе;
- L_q : среднее число клиентов, находящихся в очереди;
- W_s : средняя продолжительность нахождения клиентов в системе;
- W_q : средняя продолжительность нахождения клиентов в очереди.

По определению число заявок в системе и в очереди определяются на основе распределения вероятностей по формулам

$$L_s = \sum_{n=0}^{\infty} nP_n, \quad L_q = \sum_{n=0}^{\infty} (n-c)P_n.$$

Между операционными характеристиками существуют функциональные связи, т.е.

$$L_s = \lambda W_s, \quad L_q = \lambda W_q.$$

Если не все заявки имеют возможность попасть в систему, то данные соотношения необходимо корректировать путем введения нового значения $\lambda_{эфф}$ – эффективной частоты, которая учитывает действительно допускаемые в систему требования в единицу времени. Причем $\lambda_{эфф} = \beta\lambda, 0 < \beta < 1$.

По определению $W_s = W_q + t_{обсл}$. Если μ – скорость обслуживания, то $W_s = W_q + 1/\mu, L_s = L_q + \lambda/\mu, \lambda_{эфф} = \mu(L_s - L_q)$.

Способ расчета параметров модели СМО зависит от ее конфигурации. Соответствующие формулы выводятся на основе преобразований дифференциально-разностных уравнений для $p_n(t)$ – вероятности того, что в течение t единиц времени в системе произойдет n событий, представляющих собой поступления заявок или их выбытия.

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Практические занятия

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Решение задач линейного программирования	8	Тренинг в малой группе (2 час)
2	2.	Дискретные задачи линейного программирования	8	Тренинг в малой группе (1 час)
3	3.	Стохастический факторный анализ	8	Тренинг в малой группе (1 час)
4	4.	Экстраполяция динамических рядов	8	Тренинг в малой группе (1 час)
5	5.	Оценка характеристик СМО	2	Тренинг в малой группе (1 час)
ИТОГО			34	6

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ
КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		Σ <i>комп.</i>	t_{cp} , час	<i>Вид учебных заня- тий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
			<i>7</i>	<i>14</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8
1. Теоретические основы математического моделирования		8	+	-	1	8	ЛК, СР	Зачет
2. Модели математического программирования		37	+	-	1	37	ЛК, ПЗ, СР	зачет
3. Стохастический факторный анализ		25	-	+	1	35	ЛК, ПЗ, СР	зачет
4. Математические методы прогнозирования динамических рядов		26	-	+	1	26	ЛК, ПЗ, СР	зачет
5. Моделирование СМО		12	+	-	1	12	ЛК, ПЗ, СР	зачет
	<i>всего часов</i>	108	57	51	2	54		

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

Оформление пояснительной записки учебной работы : стандарты Системы менеджмента качества ГОУ ВПО «БрГУ». СМК СТП 1.4-01-2005 / Т. Н. Радина, А. А. Сапожников. - Братск : БрГУ, 2005. –14с.

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

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Теория принятия решений. В 2 т. Т. 1 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Под ред. В. Г. Халина. - Москва : Юрайт, 2016. – 250 с. – Серия: (Бакалавр и магистр. Академический курс)	Лк, СР	15	1,0
2.	Теория принятия решений. В 2 т. Т. 2 : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Под ред. В. Г. Халина. - Москва : Юрайт, 2016. – 431 с. – Серия: (Бакалавр и магистр. Академический курс)	Лк, СР	15	1,0
3.	Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петербург. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).	Лк, ПЗ, СР	10	0,7
4.	Есипов Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие/ Б.А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 256 с.	Лк, ПЗ, СР	30	1,0
5.	Мазалов, В.В. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие / В.В. Мазалов. – Санкт-Петербург : Лань, 2010 – 448 с.	Лк, СР	21	1,0
6.	Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А.И. Новиков. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 532 с. : ил. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02615-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454090	Лк, СР	ЭР	1,0
Дополнительная литература				
7.	Костюнин В.И. Эконометрика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата/ В.И. Костюнин – Москва : Юрайт, 2015. – 285 с.	Лк, ПЗ, СР	14	1,0

8.	Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.	ПЗ, СР	46	1,0
9.	Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 69 с.	ПЗ, СР	51	1,0

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.
9. Web-сайт журнала «Эффективное антикризисное управление», <http://www.e-c-m.ru/>
10. Web-сайт журнала «Экономист», <http://www.economist.com.ru/>
11. Web-сайт журнала «Российский экономический журнал», <https://re-j.ru/>
12. Web-сайт журнала «Справочник экономиста», <http://www.profiz.ru/se>
13. Web-сайт журнала «Директор-Инфо», <http://www.director-info.ru>
14. Web-сайт журнала «Менеджмент в России и за рубежом», <http://dis.ru/manag>
15. Web-сайт журнала «Реальный бизнес», <http://www.real-business.ru>
16. Web-сайт журнала «Эксперт», <http://www.expert.ru>
17. Web-сайт журнала «Моделирование систем и процессов», <http://elibrary.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающихся
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, обобщение, систематизация, углубление и конкретизация полученных теоретических знаний, выработка способности и готовности их использования на практике. Развитие интеллекту-

	альных умений, подготовка ответов к контрольным вопросам, работа с основной и дополнительной литературой, необходимой для освоения дисциплины, выполнение заданий, решение задач, активное участие в интерактивной, активной, инновационной формах обучения, составление письменных отчетов.
Самостоятельная работа обучающихся	<p><i>Подготовка к практическим занятиям.</i> Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в теме/разделе. Конспектирование прочитанных литературных источников. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием на рекомендуемых ресурсах информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Выполнение заданий преподавателя, необходимых для подготовки к участию в интерактивной, активной, инновационных формах обучения по изучаемой теме.</p> <p><i>Подготовка к зачету.</i> При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, использовать рекомендуемые ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».</p>

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ
Практическое занятие № 1. Решение задач линейного программирования. (Тренинг в малой группе, 2 час.)

Цель работы: развитие у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области формализованного обоснования управленческих решений путем постановки и решения задачи линейного программирования (ЗЛП), формирования умений и навыков, связанных с применением способов и правил их построения, решения и интерпретации результатов.

Задание:

1. Решить ЗЛП графическим способом.
2. Решить ЗЛП симплекс-методом с использованием ППП «Microsoft Excel».
3. Выполнить анализ оптимального решения исходной задачи на чувствительность на основе отчетов.

Порядок выполнения:

1. На основании конспекта лекций, рекомендуемых источников, основной и дополнительной литературы изучить основные теоретические и прикладные вопросы по предметной области.
2. Рассмотреть совместно с преподавателем основные алгоритмы решения задач, позволяющие закрепить теоретические знания.
3. Выполнить и устно защитить практическую работу.

Форма отчетности:

1. Результаты выполнения заданий для самостоятельной работы в виде распечаток электронных таблиц (с результатами и формулами расчетов при индикации строк и столбцов)
2. Ответы на контрольные вопросы для самопроверки в устной форме.

Задания для самостоятельной работы:

Приведены в методических указаниях (лабораторная работа № 3) – п.1. Дополнительной литературы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в данной теме. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также с учетом следующих теоретических и практических рекомендаций. Приведены в методических указаниях (лабораторная работа № 3) – п.1. Дополнительной литературы.

Рекомендуемые источники

1. Федеральный закон от 23.08.1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-

технической политике».

2. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития».

Основная литература

1. Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петербург. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).
2. Есипов Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие/ Б.А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 256 с.

Дополнительная литература

1. Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие ЗЛП можно решать графическим способом?
2. Докажите выпуклость области допустимых решений.
3. В каких точках области допустимых решений может находиться оптимальное решение?
4. Как с экономической точки зрения трактуются теневые цены? В каких отчетах они содержатся?
5. Что означает статус ресурса «привязка» и каким образом он определяется по результатам решения ЗЛП?

Практическое занятие № 2. Дискретные задачи линейного программирования.

(Тренинг в малой группе, 1 час.)

Цель работы: развитие у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области формализованного обоснования управленческих решений путем постановки и решения задач дискретного программирования.

Задание:

1. Решить ТЗЛП. Исходный план перевозок составить методом наименьшей стоимости.
2. Интерпретировать оптимальное решение.

Порядок выполнения:

1. На основании конспекта лекций, рекомендуемых источников, основной и дополнительной литературы изучить основные теоретические и прикладные вопросы по предметной области.
2. Рассмотреть совместно с преподавателем основные алгоритмы решения задач, позволяющие закрепить теоретические знания.
3. Выполнить и устно защитить практическую работу.

Форма отчетности:

1. Результаты выполнения заданий для самостоятельной работы в виде распечаток электронных таблиц (с результатами и формулами расчетов при индикации строк и столбцов)

2. Ответы на контрольные вопросы для самопроверки в устной форме.

Задания для самостоятельной работы:

Составить оптимальный план перевозок в соответствии с матрицей стоимостей, суммарными объемами спроса с запаса (исходный план – с помощью метода наименьшей стоимости).

Вариант 1

2	4	6	70
5	3	2	100
4	4	9	80
90	90	100	

Вариант 2

5	2	7	40
3	4	2	60
2	1	3	60
10	50	75	

Вариант 3

2	4	3	25
3	5	7	18
1	8	4	12
15	25	8	

Вариант 4

7	5	4	60
6	3	5	70
3	8	2	10
75	4	35	

Вариант 5

3	6	5	90
9	4	6	70
4	7	8	40
110	40	30	

Вариант 6

7	6	8	90
2	1	3	65
4	5	2	70
80	50	60	

Вариант 7

1	7	3	40
2	4	5	90
6	3	1	20
100	10	30	

Вариант 8

3	5	3	40
1	6	5	70
5	7	2	60
65	70	50	

Вариант 9

6	4	3	70
5	2	4	80
2	7	1	20
85	50	45	

Вариант 10

3	3	7	90
2	2	1	120
5	4	2	85
65	100	120	

Вариант 11

2	4	6	50
5	3	4	70
7	8	9	70
75	80	50	

Вариант 12

4	2	3	80
5	4	7	55
6	8	10	80
75	50	65	

Вариант 13

9	8	2	90
2	7	8	30
6	6	3	100
100	70	80	

Вариант 14

2	1	7	2	70
4	5	6	3	80
1	8	3	2	90
90	100	60	40	

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в данной теме. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также с учетом следующих теоретических и практических рекомендаций.

Приведены в методических указаниях (практические занятия № 2) –п.1. Дополнительной литературы.

Рекомендуемые источники

1.Федеральный закон от 23.08.1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

2.Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития».

Основная литература

1.Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петерб. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).

1. Есипов Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие/ Б.А. Есипов - Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 256 с.

Дополнительная литература

1.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Какие методы используются для составления исходного плана перевозок?
- 2.Какой метод используется для проверки плана перевозок на оптимальность?
- 3.Каким образом осуществляется преобразование несбалансированной ТЗЛП в сбалансированную?

4. Какой вид имеет система ограничений сбалансированной и несбалансированной ТЗЛП?

5. В чем проявляется сбалансированность матрицы стоимостей?

Практическое занятие №3. Стохастический факторный анализ. (Тренинг в малой группе, 1 час.)

Цель работы: развитие у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области формализованного обоснования управленческих решений путем постановки и решения стохастических факторных моделей, формирования умений и навыков, связанных с применением способов и правил их построения, решения и интерпретации результатов.

Задание:

1. С помощью MS Excel (надстройки «Анализ данных») выявить статистические закономерности в изменении изучаемых параметров.

3. Дать экономическую интерпретацию полученным результатам.

Порядок выполнения:

1. На основании конспекта лекций, рекомендуемых источников, основной и дополнительной литературы изучить основные теоретические и прикладные вопросы по предметной области.

2. Рассмотреть совместно с преподавателем основные алгоритмы решения задач, позволяющие закрепить теоретические знания.

3. Выполнить и устно защитить практическую работу.

Форма отчетности:

Письменный отчет, отражающий:

1. Таблицу исходных данных, их содержательную характеристику.

2. Результаты применения соответствующих алгоритмов в MS Excel.

3. Выводы, сформулированные по сгенерированным таблицам.

Задания для самостоятельной работы:

1. Провести парный корреляционно-регрессионный анализ информативной системы признаков, выбрав в соответствии с заданием один результативный и три факторных, неинтеркоррелированных, признака.

Показатели использования трудовых ресурсов организации

№	Показатели/ годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Производительность труда, тыс.руб./человек	12,3	12,9	12,0	11,5	11,7	12,5
2	Энерговооруженность труда, кВт/человек	6,7	6,2	7,3	6,5	6,6	6,4
3	Уровень ручного труда, %	40,6	43,2	39,6	38,9	43,2	44,0
4	Коэффициент аритмичности выполнения работ, %	1,7	2,0	2,1	1,5	1,4	1,8
5	Коэффициент нетрудоспособности из-за несчастных случаев, дн. /1000 чел.	290,4	280,7	287,4	289,9	297,5	289,3
6	Средний тарифный разряд рабочих, ед.	4,4	5,2	3,9	5,4	5,5	5,3
7	Коэффициент текучести кадров, %	2,5	2,1	2,9	3,1	2,6	2,2
8	Число рабочих,	3,0	2,8	2,9	3,1	3,2	2,5

	улучшивших жилищные условия, %						
9	Материалоемкость, %	72,2	78,2	69,2	66,3	70,4	70,3
10	Удельный вес рабочих, %	60,5	60,3	59,3	60,3	56,6	55,5
11	Отношение затрат на командировки к стоимости работ, %	1,4	1,5	1,5	2,1	2,3	1,6
12.	Фондовооруженность труда, тыс.руб./человек	13,4	15,2	13,2	13,6	14,3	13,2
13	Удельный вес затрат на зарплату в себестоимости продукции, %	45,4	46,3	44,3	42,1	42,3	41,3
14	Цепные темпы роста выручки, %	1,3	2,3	1,3	1,6	2,3	3,2

Варианты заданий

Номер варианта	Y	X ₁	X ₂	X ₃
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12.	13	14	1
13	13	14	1	2
14	14	1	2	3
15	1	2	3	4

2. Построить множественное линейное уравнение регрессии. Оценить влияние факторов на результативный показатель.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений статистического анализа. Проработка материалов по изучаемому вопросу с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Подготовка к выполнению практического задания.

Например, рассматривается следующая система информативных признаков.

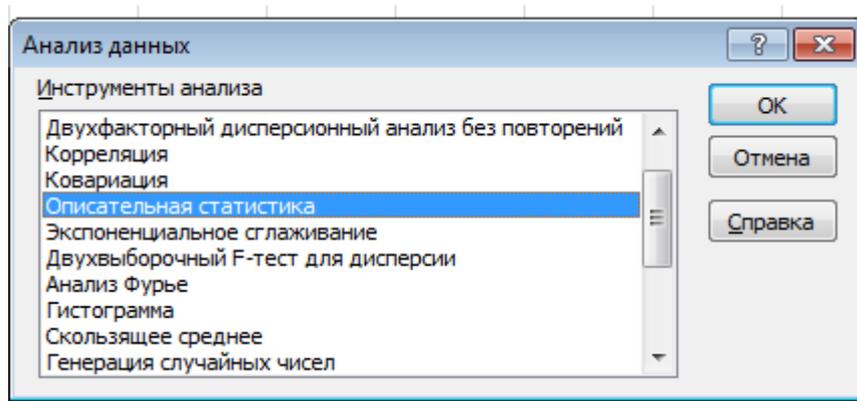
Будем считать, что ИБ (y) измеряется в баллах по определенной шкале, которая отражает уровень безопасности для определенной сферы деятельности университета. На каждом уровне безопасности можно выделить свои угрозы (x₁), которые характерны для конкретного направления деятельности (обработка персональных данных, локальная сеть вуза). Количество угроз и их тип будет напрямую воздействовать на уровень ИБ. Чем большее количество

угроз влияет на уровень ИБ, тем ниже этот уровень. Таким образом, можно предположить, что связь между данными показателями является обратной.

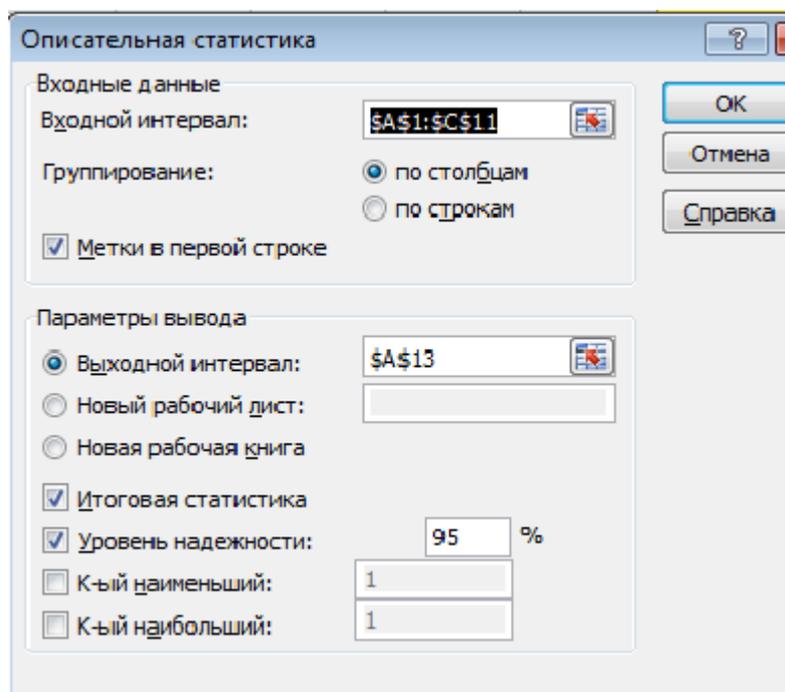
Степень квалификации работников (x_2), обеспечивающих ИБ, является качественным показателем и собирается из множества факторов (опыт работы, уровень образования, наличие дополнительного образования). Данный показатель определяется экспертами комплексно. Чем выше степень квалификации сотрудника, тем большее влияние он может оказать на уровень ИБ. Следовательно, между показателями проявляется прямая связь.

	А	В	С
	Уровень информационной безопасности предприятия (у), баллы	Количество угроз для информационной безопасности (x_1), шт.	Степень квалификации работников Центра информатизации вуза (x_2), баллы
1			
2	2	8	13,5
3	8,2	12	7,6
4	11	4	6
5	7,6	6	9,2
6	4,1	2	12,8
7	9	10	4,7
8	2,3	11	6,6
9	2	3	13,4
10	1,8	14	3,6
11	6	7	8,5

Для выполнения поставленного задания необходимо активизировать соответствующую надстройку MS Excel



и задать параметры выбранного направления исследования:



Результаты расчетов по описательной статистике представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов по блоку «Описательная статистика»

Уровень информационной безопасности предприятия (y), баллы		Количество угроз для информационной безопасности (x ₁), шт.		Степень квалификации работников Центра информатизации вуза (x ₂), баллы	
1	2	3	4	5	6
Среднее	5,4	Среднее	7	Среднее	8,49
Стандартная ошибка	1,0788	Стандартная ошибка	1,3683	Стандартная ошибка	1,1696
Медиана	5,05	Медиана	7,5	Медиана	8,0500
Мода	2	Мода	#Н/Д	Мода	#Н/Д
Стандартное отклонение	3,4114	Стандартное отклонение	4,3269	Стандартное отклонение	3,6985
Дисперсия выборки	11,6378	Дисперсия выборки	18,7222	Дисперсия выборки	13,6788
Эксцесс	-1,4920	Эксцесс	-1,0768	Эксцесс	-1,4274
Асимметричность	0,3423	Асимметричность	-0,1080	Асимметричность	0,2833
Интервал	9,2	Интервал	13	Интервал	9,9
Минимум	1,8	Минимум	1	Минимум	3,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Максимум	11	Максимум	14	Максимум	13,5
Сумма	54	Сумма	75	Сумма	84,9
Счет	10	Счет	10	Счет	10
Наибольший(1)	11	Наибольший(1)	14	Наибольший(1)	13,5
Наименьший(1)	1,8	Наименьший(1)	1	Наименьший(1)	3,6

Уровень надежности(95,0%)	2,4404	Уровень надежности(95,0%)	3,0953	Уровень надежности(95,0%)	2,6457
Стандартная ошибка выборки		Стандартная ошибка выборки		Стандартная ошибка выборки	
Уровень значимости 5%	1,6291	Уровень значимости 5%	#Н/Д	Уровень значимости 5%	#Н/Д
Уровень значимости 1%	2,1144	Уровень значимости 1%	3,5245	Уровень значимости 1%	2,2923
Генеральное среднее		Генеральное среднее		Генеральное среднее	
5%	1%	5%	1%	5%	1%
0,0000	-1,6291	0,0000	#Н/Д	0,0000	#Н/Д

Рассмотрим результаты расчетов по показателю «Уровень ИБ по предприятию». Средний уровень ИБ в вузе составляет 5,4 балла, с погрешностью 1,07. В половине исследуемых случаев, уровень ИБ больше 5, а другая половина меньше. Наиболее часто встречающимся значением уровня ИБ является значение в 2 балла.

Индивидуальные отклонения индивидуальных значений от среднего составляют 341 % (значение дисперсии 11,63 баллов²). Данный показатель показывает неоднородность вариационного ряда. Положительное значение асимметрии указывает на то, что в выборке присутствуют значения больше среднего, следовательно, существуют резервы увеличения уровня ИБ.

По сравнению с нормальным распределением вероятность отклонения от среднего снижается.

Разница между максимальным и минимальным значением равна 9,2 балла. Минимальное значение ряда 1,8 балла, максимальное – 11. Суммарный уровень угроз ИБ составляет 54 балла. Объем выборки 10 ситуаций нарушения уровня ИБ.

Предельная ошибка выборки составляет 1,62 при уровне значимости 5 %. Истинное значение уровня ИБ находится в пределах от (-3,78;7,2) с доверительной вероятностью 95 %.

Далее рассмотрим взаимодействие приведенных выше показателей в рамках корреляционно-регрессионного анализа.

Для исследования линейной зависимости как случайной величины, рассчитаем линейный коэффициент корреляции. Для этого построим корреляционную матрицу, отражающую связь между показателями (таблица 2).

Отрицательное значение параметров в матрице, говорит о наличии обратной связи между показателями, т.е. при увеличении количества угроз уровень ИБ становится ниже.

Положительное значение параметров наоборот указывает на наличие прямых связей: при повышении уровня квалификации сотрудников, ИБ становится выше.

Таблица 2 – Корреляционная матрица

	Уровень информационной безопасности предприятия, баллы(у)	Количество угроз для информационной безопасности, шт. (x₁)	Уровень квалификации сотрудников, баллы(x₂)
Уровень информационной безопасности предприятия (у), баллы	1	-	-

Количество угроз для информационной безопасности, шт. (x₁)	-0,1221	1	-
Уровень квалификации сотрудников, баллы(x₂)	0,1409	-0,6709	1

Таким образом, в результате расчета коэффициентов корреляции, можно сделать вывод о том, что между показателями x_1 и x_2 наблюдается сама сильная связь. Ведущим фактором, влияющим на уровень ИБ, выступает количество угроз. Следовательно, чем больше угроз, тем ниже уровень ИБ.

Уравнение регрессии в аналитическом виде отражает зависимость между случайными показателями. В случае с анализируемыми данными, уравнение регрессии отражает парную линейную регрессию.

В таблицах 3 - 6 представлены результаты регрессионного анализа.

Таблица 3 - Регрессионная статистика

Множественный R	0,6624
R-квадрат	0,4387
Нормированный R-квадрат	0,2784
Стандартная ошибка	2,8980
Наблюдения	10

Таблица 4 - Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	2	45,9531	22,9765	2,7359	0,1325
Остаток	7	58,7869	8,3981		
Итого	9	104,7400			

Таблица 5 – Значения коэффициентов регрессии и их статистические оценки

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	17,1709	5,1995	3,3024	0,0130	4,8759	29,4658	4,8759	29,4658
Переменная X₁	-0,6021	0,3233	-1,8622	0,1048	-1,3666	0,1624	-1,3666	0,1624
Переменная X₂	0,8305	0,3612	-2,2991	0,0550	-1,6848	0,0236	-1,6848	0,0236

Таблица 6 – Вывод остатка

Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки
1	1,141200881	0,858799119
2	3,633238298	4,566761702
3	9,778991731	1,221008269
4	5,916917616	1,683082384

5	5,335223856	-1,235223856
6	7,246137154	1,753862846
7	5,065924836	-2,765924836
8	4,234770998	-2,234770998
9	5,751370415	-3,951370415
10	5,896224215	0,103775785

Прокомментируем результаты, представленные в таблице 3.

Коэффициент множественной корреляции отражает степень воздействия факторов (количество угроз; степень квалификации сотрудников) на общий уровень ИБ.

Величина R-квадрат равна 0,4387, это говорит о низком уровне подгонке регрессионной прямой к исходным данным. Линейная модель объясняет всего 43,8 % вариации уровня ИБ, что означает не совсем правильный выбор факторов (количество угроз; степень квалификации сотрудников). Не объясняется 56,2 % вариации уровня ИБ (больше половины), которые обусловлены остальными факторами, оказывающими наиболее значительное влияние на ИБ, но не включенными в линейную модель регрессии.

Стандартная ошибка равна 2,89. Данный показатель стремится к 0, что указывает на относительное качество исследуемой модели.

Далее рассмотрим результаты расчетов, представленные в таблице 4, которые используются для проверки значимости коэффициента детерминации R^2 .

Число степеней свободы для строки «Регрессия» определяется количеством факторных признаков, в исследуемом примере их два (x_1 и x_2).

Сумма квадратов отклонений (SS) составляет 45,95 %. Результаты моделирования сложно назвать однородными. Так как расчетное значение SS меньше остаточного, то можно сделать вывод о том, что факторы, положенные в основу расчетов, оказывают небольшое влияние на изменение уровня ИБ.

С помощью критерия Фишера (F) оценим качество исследуемой модели. Сравним рассчитанное значение критерия (2,73) с табличным значением (4,605), при уровне значимости 0,13. Так как табличное значение критерия больше рассчитанного, то уравнение регрессии нельзя назвать надежным.

Исходя из расчетов, представленных в таблице 5, уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$y = 17,17 - 0,60x_1 + 0,83x_2, \quad (1)$$

Рассмотрим коэффициентам модели и их статистические оценки:

1) 17,1709 - это коэффициент, который показывает, какой будет Y в случае, если все используемые в модели факторы будут равны 0, подразумевается, что это зависимость от других неописанных в модели факторов. Так как значение данного коэффициента больше его стандартной ошибки, свободный член нельзя исключить из уравнения регрессии;

2) -0,6021 - коэффициент, который показывает весомость влияния количества угроз на общий уровень ИБ. Знак минус показывает, что это влияние отрицательно, то есть чем больше существует угроз, тем меньше уровень ИБ;

3) 0,8305 - коэффициент влияния степени квалификации сотрудников на общий уровень ИБ, согласно модели, это влияние положительно.

Стандартные ошибки коэффициентов x_1 и x_2 больше своих стандартных ошибок. Данные коэффициенты нельзя назвать значимыми, так как значение показателя Р-значение выше заданного уровня значимости (0,05).

Проверим значимость коэффициентов регрессии на проверке попадания t_p в критическую область (при $|t_{кр}|=2,36$). Так как оба значения t_p (-1,86; -2,29) попадают в критическую область, то оба коэффициента являются значимыми.

Сущность коэффициентов x_1 и x_2 заключается в том, что они отражают степень влияния факторов на уровень ИБ. Так увеличение количества угроз на 1 штуку ведет к снижению

уровня ИБ на 0,60 баллов, а увеличение степени квалификации сотрудников на 1 балл ведет к росту ИБ на 0,83 балла.

В таблице 6 представлен вывод остатков. Это позволяет увидеть отклонения каждой точки от построенной линии регрессии. Наибольшее абсолютное значение остатка в нашем случае - 3,951, наименьшее - 0,103.

На рисунке 1 и рисунке 2 представлена зависимость результативного показателя от факторов (x_1 и x_2).

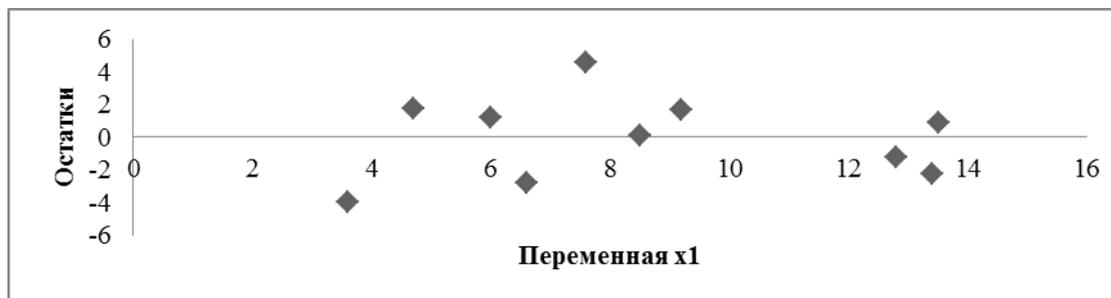


Рисунок 1 – График остатков для переменной x_1



Рисунок 2 – График остатков для переменной x_2

По рисункам можно сделать вывод о том, что ни первый, ни второй фактор не влияет на точность представленной модели. Остатки не зависят от факторов, они являются несмещенными. По результатам регрессионного анализа можно предсказать вероятность изменения уровня ИБ при увеличении количества рассматриваемых ситуаций. Из полученных расчетов можно сделать вывод о том, что чем выше значение уровня ИБ, тем больше наблюдений осуществилось с учетом уже известных факторов, негативно влияющих на ИБ (таблица 7).

Таблица 7 – Вывод вероятности

Перцентиль	Y
5	1,8
15	2
25	2
35	2,3
45	4,1
55	6
65	7,6
75	8,2
85	9
95	11

Отклонение между расчетным и предсказанным значением уровня ИБ отражает достаточно высокую степень представленной модели. На рисунках 3 и 4 представлены графики подбора для предсказанного значения уровня ИБ.

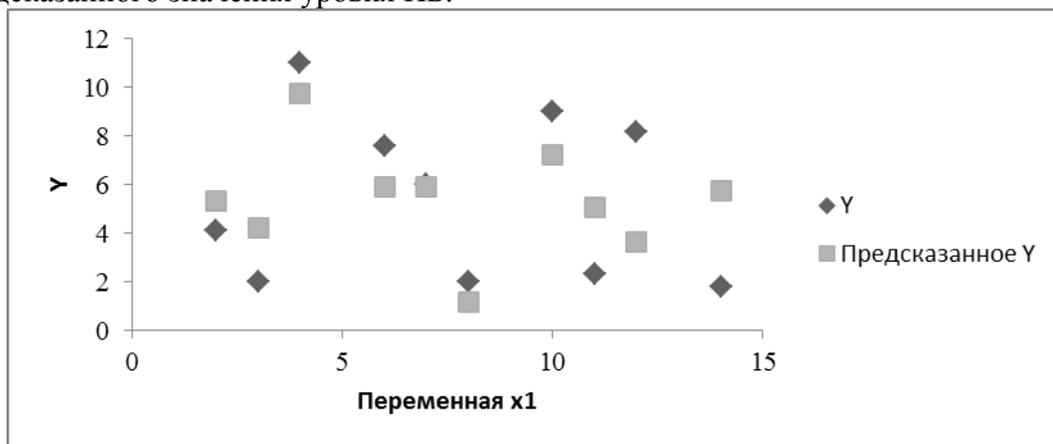


Рисунок 3 – График подбора для x_1

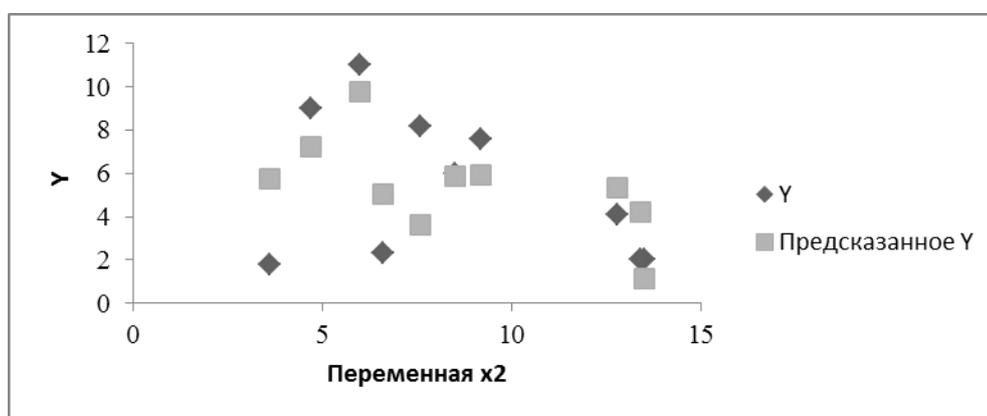


Рисунок 4 – График подбора для x_2

Количество угроз (фактор x_1) оказывает низкое влияние на качество модели (рисунок 3). По результатам, представленным на рисунке 4 можно сделать вывод о том, что большее влияние на качество модели оказывает фактор x_2 (уровень квалификации сотрудников).

Рекомендуемые источники

- 1.Федеральный закон от 23.08.1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».
- 2.Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития».

Основная литература

- 1.Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петерб. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).

Дополнительная литература

1. Костюнин В.И. Эконометрика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата/ В.И. Костюнин – Москва : Юрайт, 2015. – 285 с
- 2.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.

3.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 69 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Каким образом доказывается мультиколлинеарность факторов?
- 2.Какими свойствами обладает матрица коэффициентов парной корреляции?
- 3.Какими свойствами обладает парный коэффициент корреляции?
- 4.Какая гипотеза проверяется с помощью критерия Стьюдента?
- 5.Записать критерий оценки параметров параболического уравнения парной регрессии.

Практическое занятие №4. Экстраполяция динамических рядов. (Тренинг в малой группе, 1 час.)

Цель работы: развитие у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области формализованного обоснования перспективных управленческих решений путем постановки и решения.

Задание:

1. Найти точечное и интервальное прогнозное значение показателей методом экстраполяции по средним характеристикам динамических рядов на один период вперед.
2. Рассчитать абсолютную и относительную ошибки прогноза.

Порядок выполнения:

1. На основании конспекта лекций, рекомендуемых источников, основной и дополнительной литературы изучить основные теоретические и прикладные вопросы по предметной области.
2. Рассмотреть совместно с преподавателем основные алгоритмы решения задач, позволяющие закрепить теоретические знания.
3. Выполнить и устно защитить практическую работу.

Форма отчетности:

- 1.Результаты выполнения заданий для самостоятельной работы в виде распечаток электронных таблиц (с результатами и формулами расчетов при индикации строк и столбцов).
- 2.Ответы на контрольные вопросы для самопроверки в устной форме.

Задания для самостоятельной работы:

Использовать варианты заданий предыдущего практического занятия.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в данной теме. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также с учетом следующих теоретических и практических рекомендаций. Представлены в методических указаниях (практическое занятие № 7) – п.2 Дополнительной литературы.

Рекомендуемые источники

- 1.Федеральный закон от 23.08.1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».
- 2.Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития».

Основная литература

- 1.Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петербург. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).

Дополнительная литература

1. Костюнин В.И. Эконометрика : учебник и практикум для прикладного бакалавриата/ В.И. Костюнин – Москва : Юрайт, 2015. – 285 с.
- 2.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.

3.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 69 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Записать критерий оценки параметров параболического уравнения тренда.
- 2.От каких факторов зависят значения экспоненциальных средних?
- 3.Каким образом оценивается качество прогноза, полученного методом экстраполяции?
- 4.Каким образом оценивается качество прогноза, полученного на основе экспоненциального сглаживания?
- 5.Каким образом оценивается качество прогноза, полученного на основе уравнения регрессии?

Практическое занятие №5. Оценка характеристик СМО. (Тренинг в малой группе, 1 час.)

Цель работы: развитие у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области математического моделирования процессов массового обслуживания.

Задание:

Оценить основные операционные характеристики СМО в соответствии с вариантом задания.

Порядок выполнения:

1. На основании конспекта лекций, рекомендуемых источников, основной и дополнительной литературы изучить основные теоретические и прикладные вопросы по предметной области.
2. Рассмотреть совместно с преподавателем основные задачи, позволяющие закрепить теоретические знания области теории массового обслуживания.
3. Выполнить и устно защитить практическую работу.

Форма отчетности:

- 1.Формулы расчетов и результаты выполнения заданий для самостоятельной работы в электронном или письменном виде, выводы.
- 2.Ответы на контрольные вопросы для самопроверки в устной форме.

Задания для самостоятельной работы:

Представлены в методических указаниях (практическое занятие № 8) – п.1 Дополнительной литературы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Проработка основной и дополнительной литературы, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в данной теме. Проработка материалов по изучаемому вопросу, с использованием рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также с учетом следующих теоретических и практических рекомендаций.

Представлены в методических указаниях (практическое занятие № 8) – п.1 Дополнительной литературы.

Рекомендуемые источники

- 1.Федеральный закон от 23.08.1996 г. №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».
- 2.Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития».

Основная литература

- 1.Трофимова, Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебник и практикум для академического бакалавриата / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов ; С.-Петерб. гос. экон. ун-т. - Москва : Юрайт, 2015. - 335 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс. Базовый курс).
2. Есипов Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие/ Б.А. Есипов. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 256 с.

Дополнительная литература

1.Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: метод. указания / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Что является причиной образования очередей в СМО?
- 2.Какой показатель используется для измерения интенсивности поступления требований в СМО?
- 3.Какой показатель используется для измерения интенсивности выбытия требований из СМО?
- 4.Какой смысл имеет параметр λ в функции распределения Пуассона $P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!}$?
- 5.Чему равна средняя частота поступлений при пуассоновском входном потоке?
- 6.Какие потоки требований являются стационарными?

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- 1.Microsoft Windows Professional Russian; Microsoft Office Russian; Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
2. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

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

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование Аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№, Лк, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска SMART Board 680i2/Unifl, Интерактивный планшет Wacom PL-720, Колонки Microlab Solo-7C, Ноутбук Samsung R610<NP-R610-FS08>, Телевизор плазменный Samsung 63 PS-63A756T1M	Лк №№1 - 8
ПЗ	Дисплейный класс	Системный блок AMD A10-7800 Radeon R7 (12 шт.), Системный блок для слабовидящих пользователей AMD A10-7850K (1 шт.), Монитор Philips233 V5QHABP (13 шт.)	ПЗ №№ 1-5
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10 ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	---

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ Компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	1. Теоретические основы математического моделирования	1.1. Модель и моделирование системы. 1.2. Сущность, виды и основные этапы формирования математической модели системы.	Вопросы к зачету 1.1.-1.8
		2. Модели математического программирования	2.1. Модели математического программирования: основные понятия, виды, методы решения 2.2. Дискретные задачи линейного программирования	Вопросы к зачету 2.1.-2.4
		5. Моделирование СМО	5.1. Модели систем массового обслуживания (СМО): основные компоненты, статистические основы моделирования 5.2. Конфигурация и операционные характеристики СМО	Вопросы к зачету 5.1.-5.4.
ПК-14	способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	3. Стохастический факторный анализ	3.1. Парная корреляция и регрессия: основные понятия, виды моделей, методы идентификации, исследование значимости. 3.2. Множественная корреляция и регрессия: основные задачи, виды моделей, проблемы идентификации	Вопросы к зачету 3.1.-3.6.
		4. Математические методы прогнозирования динамических рядов	4.1. Экономическая динамика: основные задачи и понятия, аналитические показатели 4.2. Состав динамического ряда. Типы экономического развития и их трендовые модели. 4.3. Основные этапы и методы построения трендовых моделей. Прогнозирование динамических рядов: основные понятия, методы реализации	Вопросы к зачету 4.1.-4.10.

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		Вопросы к зачету	№ и наименова- ние раздела	
	Код	Определение			
1	2	3	4	5	
1.	ОПК-7	способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и материаловедения, теории управления и информационные технологии в инновационной деятельности	1.Определение модели системы.	1. Теоретические основы математического моделирования	
			2.Уровни моделей систем.		
			3.Динамические модели.		
			4.Свойства моделей.		
			5.Принципы моделирования.		
			6. Модель. Экономико-математическая модель.		
			7. Этапы формирования математической модели системы.		
			8.Классификация экономико-математических моделей.		
				1.Постановка и методы решения задач математического программирования.	2.Модели математического программирования
				2.Виды моделей.	
				3.Распределительные задачи линейного программирования.	
				4.Математические методы решения задач дискретного программирования	
				1.Статистические основы моделирования СМО.	5.Моделирование СМО
				2.Конфигурация СМО	
				3.Операционные характеристики СМО.	
				4.Основные компоненты моделей СМО.	
2.	ПК-14	способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	1.Парная корреляция и регрессия.	3.Стохастический факторный анализ	
			2.Метод наименьших квадратов и его предпосылки.		
			3.Экономическая интерпретация линейной регрессии. Проверка значимости уравнения регрессии.		
			4.Нелинейная регрессия.		
			5.Множественная корреляция и регрессия.		
			6.Исследование авторегрессии.		
			1.Предмет и основные задачи экономической динамики.	4.Математические методы прогнози-	

		2. Понятие и виды траекторий.	рования динамических рядов
		3. Основные числовые характеристики динамических рядов.	
		4. Состав динамического ряда	
		5. Типы экономического развития и их трендовые модели.	
		6. Основные этапы построения трендовых моделей.	
		7. Методы сглаживания динамических рядов.	
		8. Основные понятия прогнозирования.	
		9. Виды прогнозов и ошибок прогнозирования.	
		10. Общая характеристика формализованных методов прогнозирования.	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы и методологические принципы математического моделирования исследуемых процессов и систем; <p>(ПК-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы и методологические принципы разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; <p>Уметь (ОПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать математические модели в области управления исследуемыми процессами и системами; <p>(ПК-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные методы и инструменты разработки компьютерных моде- 	зачтено	Компетенции ОПК-7, ПК-14 полностью сформированы и оценка «зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует комплексное знание теоретических основ и методологических принципов: математического моделирования исследуемых процессов и разработки их компьютерных моделей; умеет разрабатывать математические модели в области управления исследуемыми процессами и использовать основные методы и инструменты разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; владеет навыками применения информационных технологий реализации математических моделей в области управления исследуемыми процессами и системами, методами и технологиями разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем.

<p>лей исследуемых процессов и систем; Владеть (ОПК-7): - информационными технологиями реализации математических моделей в области управления исследуемыми процессами и системами; (ПК-14): - методами и технологиями разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем.</p>	<p>не зачтено</p>	<p>Компетенции ОПК-7, ПК-14 не сформированы и оценка «не зачтено» выставляется в случае, если обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знании теоретических основ и методологических принципов: математического моделирования инновационных процессов и разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; не умеет разрабатывать математические модели в области управления инновационными процессами и использовать основные методы и инструменты разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем; не владеет навыками применения информационных технологий реализации математических моделей в области управления инновационными процессами, методами и технологиями разработки компьютерных моделей исследуемых процессов и систем.</p>
---	--------------------------	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Математические модели и методы» направлена на ознакомление с основными понятиями и категориями теоретических и прикладных математических исследований проблем инновационного развития; на получение теоретических знаний и практических навыков использования основных математических методов и инструментов исследований для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины «Математические модели и методы» предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- зачет;
- самостоятельную работу обучающихся.

В ходе освоения раздела 1 «Теоретические основы математического моделирования» обучающиеся должны уяснить основные понятия, принципы, этапы математического моделирования систем, их уровни и виды.

В ходе освоения раздела 2 «Модели математического программирования» обучающиеся должны уяснить основные понятия и виды задач математического программирования, а также алгоритмы реализации соответствующих математических методов решения экономиче-

ских и управленческих задач, в том числе дискретных распределительных задач математического программирования.

В ходе освоения раздела 3 «Стохастический факторный анализ» обучающиеся должны уяснить основные понятия эконометрического моделирования, а также алгоритмы реализации соответствующих математических методов решения экономических и управленческих задач: понятия парной и множественной корреляции и регрессии, виды моделей, методы идентификации, исследование значимости.

В ходе освоения раздела 4 «Математические методы прогнозирования динамических рядов» обучающиеся должны уяснить основные понятия экономической динамики, а также алгоритмы реализации соответствующих математических методов решения экономических и управленческих задач: аналитические показатели и состав динамического ряда, типы экономического развития и их трендовые модели, основные этапы и методы построения трендовых моделей, прогнозирование динамических рядов: основные понятия, методы реализации.

В ходе освоения раздела 5 «Моделирование систем массового обслуживания (СМО)» обучающиеся должны уяснить основные понятия теории массового обслуживания, а также алгоритмы реализации соответствующих математических методов решения экономических и управленческих задач: модели СМО: основные компоненты, статистические основы моделирования; конфигурация и операционные характеристики СМО.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для экономико-математического анализа управленческой информации, применения и реализации тех или иных проектов в конкретных ситуациях.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на понятийно-категориальный аппарат дисциплины. Овладение ключевыми понятиями является важным этапом в освоении содержания основных методов и инструментов экономико-математических исследований.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить вопросам использования основных математических методов и инструментов моделирования исследуемых процессов и их использования для реорганизации соответствующих процессов и систем в практической деятельности организаций.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об основных методах формализованного (математического) анализа экономической информации при принятии управленческих решений.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки конспекта лекций, обобщения, систематизации, углубления и конкретизации полученных теоретических знаний с использованием основной и дополнительной литературы, а также рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В процессе консультации с преподавателем прояснять вопросы, термины, материал, вызвавший трудности при самостоятельной работе.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Математические модели и методы

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций практико-ориентированного математического моделирования задач управления исследуемыми процессами и системами.

Задачей изучения дисциплины является овладение студентами методологией и методиками разработки и использования компьютерных моделей исследуемых процессов и систем на основе знаний математики, теории управления и информационных технологий в инновационной деятельности.

2. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: 17 час. – лекции, 34 час. – практические занятия, 57 час. – самостоятельная работа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы.

2.2. Основные разделы дисциплины:

- 1 – Теоретические основы математического моделирования.
- 2– Модели математического программирования.
- 3– Стохастический факторный анализ экономических систем.
- 4 – Математические методы прогнозирования динамических рядов.
- 5 – Моделирование СМО.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-7 - способность применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и материаловедения, теории управления и информационных технологий в инновационной деятельности;
ПК-14 -способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика от «11» августа 2016 г. № 1006

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413;

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» октября 2016 г. № 684;

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125.

Программу составил:

Боярчук Наталья Яновна,
доцент Базовой кафедры МиИТ, к.э.н., доцент _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Базовой кафедры МиИТ от «19» декабря 2018 г., протокол № 8

И.о. заведующего Базовой кафедрой МиИТ _____ Е.И.Луковникова

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой ЭиМ _____ М.И.Черутова

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ФЭиУ от «28» декабря 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета _____ Е.В.Трапезникова

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____