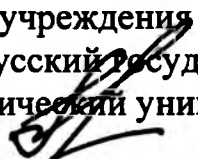


Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
экономический университет»

 В.Ю.Шутилин

“ 29 ” 06 2021 г.

Регистрационный № УД 4825-21 /уч.

## МЕТОДЫ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-31 03 06-02 «Экономическая кибернетика (по направлениям)»

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 06-2013, утвержденного 30.08.2013, № 88.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Читая Г.О., заведующий кафедрой математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кашникова И.В., заведующий кафедрой микропроцессорных систем и сетей учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент.  
Зеневич А.М., заведующий кафедрой экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат экономических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой математических методов в экономике учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 10 от 23.02.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 5 от 22.06.2021 ).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа курса «Методы многомерного статистического моделирования в экономике» разработана для первой ступени высшего образования специальности 1-31 03 06 02 «Экономическая кибернетика», специализация 1-31 03 06-02 01 «Оптимальное планирование и управление в экономике».

Учебная дисциплина «Методы многомерного статистического моделирования в экономике» представляет собой систематизированное изложение количественных методов статистической оценки экономического состояния субъектов хозяйствования, направлена на развитие многомерного мышления, умений и навыков использования методов прикладного статистического моделирования в практической работе специалистов, занимающихся бизнес-аналитикой. Она является инструментально-аналитической базой обоснования и принятия хозяйственных решений.

**Целью преподавания учебной дисциплины «Методы многомерного статистического моделирования в экономике»** является постановка и решение прикладных экономических задач большой размерности с применением количественных методов преобразования исходной системы показателей в рамках многомерных статистических и эконометрических моделей.

**Задачи, которые стоят перед изучением учебной дисциплины:**

- строить исходную систему статистических данных в трехмерном представлении по: объектам наблюдения, выделенным статистическим признакам-переменным и времени;

- овладеть методами признаковой классификации объектов, снижения размерности исходной системы статистических данных и корреляционного анализа количественных, порядковых и категоризованных переменных;

- совершенствовать навыки использования статистического пакета прикладных программ;

- уметь обосновывать управленческие решения по повышению эффективности хозяйствования, улучшению финансового состояния организации.

Структура программы и методика преподавания учебной дисциплины учитывают новые результаты экономических исследований и последние достижения в области педагогики и информационных технологий, ориентируя обучающихся на приобретение соответствующих профессиональных компетенций:

ПК-2. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области анализа и синтеза экономических процессов и систем, разработки обоснованных управленческих решений;

ПК-5. Владеть современными методами математического моделирования систем и процессов, участвовать в исследованиях и разработке новых методов и технологий;

ПК-7. Разрабатывать, анализировать и оптимизировать алгоритмы решения естественнонаучных, производственных и социально-экономических задач;

ПК-8. Эксплуатировать, сопровождать и разрабатывать соответствующие программные компьютерные системы;

ПК-19. Выявлять закономерности в динамике изменения взаимосвязей между экономическими показателями;

ПК-20. Владеть методами прогнозирования поведения экономических систем и процессов;

ПК-33. Разрабатывать бизнес-планы создания новых информационных технологий;

ПК-35. Разрабатывать новые информационные технологии на основе методов математического моделирования;

В результате изучения учебной дисциплины «Прикладной статистический анализ» обучающийся должен:

знать:

- основы векторной алгебры;

- разделы математического анализа, посвященные численным и функциональным рядам;

- теорию вероятностей и математическую статистику;

- эконометрику;

- прикладные пакеты программных продуктов по обработке статистических данных;

уметь:

- ставить экономические задачи измерения статистической зависимости между показателями, классификации и дискриминации экономических объектов, анализа временных рядов экономических показателей с определенной периодичностью изменения их значений;

- строить многомерные статистические модели экономических объектов и показателей;

- применять количественные и качественные методы прогнозирования развития социально-экономических объектов и процессов;

- решать экономические задачи математическими методами с использованием компьютерных и программных средств по реальным данным;

- применять полученные знания при практической аналитической работе.

В соответствии с учебным планом специальности 1-31 03 06 02 «Экономическая кибернетика» по специализации 1-31 03 06-02 01 «Оптимальное планирование и управление в экономике», учебная программа рассчитана на 122 часа аудиторных занятий. Распределение по видам занятий: лекций – 68 часов; практических занятий – 28 часов; лабораторных занятий – 26 часов, в том числе УСРС – 28 часов (12 часов лекции и 14 часов лабораторные). Рекомендуемая форма контроля – экзамен.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### **Тема 1. Линейное (векторное) пространство. Ортогональность векторов**

$n$ -мерный вектор и векторное пространство; размерность и базис векторного пространства; евклидово пространство; ортогональность векторов; ортогональный базис; ортонормированный базис; ортогональная матрица; 2-х, 3-х и  $m$ -мерные ортогональные матрицы; вращение осей системы координат по и против часовой стрелке на  $\varphi$  градусов на основе ортогонального преобразование исходной системы данных.

### **Тема 2. Теоретические и прикладные аспекты построения исходной системы данных**

Теоретические и методические подходы к интерпретации и анализу исходной системы статистических данных: вероятностно-статистический и логико-алгебраический подходы; построение исходной системы данных экономических показателей в виде матрицы «объект-свойство» и матрицы парных сравнений объектов и признаков; векторное представление данных наблюдений; ортогональное преобразование данных, представленных в векторной форме.

### **Тема 3. Введение в прикладной статистический анализ**

Назначение и содержание прикладной статистики; центральные проблемы прикладной статистики; статистическое исследование структуры и характера взаимосвязей между экономическими переменными; разработка статистических методов классификации объектов и признаков; снижение размерности исходного признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей; основные этапы прикладного статистического анализа.

### **Тема 4. Распознавание образов и типология объектов в социально-экономических исследованиях. Введение в теорию классификации объектов и признаков**

Сущность, типологизация и прикладная направленность задач классификации объектов. Понятие классификации, методы классификации, обучающие выборки; типы задач классификации: комбинационные группировки, простая типологизация, связанная неупорядоченная типологизация, связанная упорядоченная классификация, структурная типологизация, классификация динамических траекторий развития экономических систем; примеры типов экономических задач классификации: выявление типологии потребительского поведения населения, анализ сущности дифференциации этого поведения, прогноз структуры потребления; классификация как необходимый предварительный этап статистической обработки многомерных данных; классификация в задачах планирования выборочных обследований.

Класс как генеральная совокупность и базовая идея вероятностно-статистических методов классификации; параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов; классическая модель дискриминантного анализа; алгоритм построения правила дискриминации (распознавания класса) для одномерной случайной величины и двух классов; классификационное правило соотнесения к одному из двух классов многомерного ( $P$ -мерного) случайного вектора, характеризуемого заданной статистической выборкой; построение дискриминантной функции с обучающей выборкой в случае  $k \geq 2$  классов; содержание реализации моделей дискриминантного анализа в рамках пакета прикладных статистических программ SPSS.

### **Тема 6. Математические методы и модели классификации объектов без обучения (непараметрический случай): кластер-анализ**

Постановка задачи автоматической классификации объектов и ее геометрическая интерпретация; объект как точка в многомерном признаковом пространстве (вектор с координатами); постановка двух типов задач разбиения исследуемой совокупности объектов; понятие однородности объектов в задачах их классификации; ортогональность векторов, объекты в признаковом пространстве; поворот осей признакового пространства и неизменность расстояния между объектами; расстояния между отдельными объектами и меры близости объектов друг другу; меры расстояний между объектами махаланобисского типа внутри класса; расстояния между классами объектов; функционалы качества разбиения на классы (при известном и неизвестном числе классов) и экстремальная постановка задачи кластер-анализа; основные типы задач кластер-анализа и основные типы кластер-процедур; содержание реализации кластер-анализа в SPSS.

### **Тема 7. Многомерный факторный анализ**

Сущность методов факторного анализа и их классификация; латентные обобщающие характеристики организационной структуры и механизма развития изучаемых явлений и процессов; фундаментальная теорема факторного анализа Тэрстоуна; общий вид линейной модели факторного анализа; основные задачи факторного анализа; критерии оценки числа факторов, подлежащих выделению; проблема общности в факторном анализе; способы вычисления оценок общностей; общий алгоритм факторного анализа; геометрическое представление наблюдаемых объектов в пространстве элементарных признаков и латентных факторов; примеры экономических задач, решаемых методами факторного анализа; содержание реализации методов факторного анализа в SPSS.

## **Тема 8. Метод главных компонент**

Основное содержание метода главных компонент; построение пространственно-временных данных; сущность панельных данных, используемых в эконометрических исследованиях; стандартизация исходных данных в рамках реализации алгоритма расчетов по методу главных компонент; получение матрицы коэффициентов парной корреляции исходных признаков-показателей посредством их стандартизации; последовательность построения факторной матрицы в рамках алгоритма расчетов по методу главных компонент; сущность главных компонент как векторов, образующих ортогональное пространство векторов; экономическая интерпретация необходимости вращения факторной матрицы при решении прикладных задач методом главных компонент; содержание реализации метода главных компонент в SPSS.

## **Тема 9. Метод многомерного метрического шкалирования**

Многомерное шкалирование (МШ) как метод построения условных координатных осей или метод латентно-структурного анализа; сущность МШ в экономических исследованиях; основные понятия и методы МШ; представление и первичная обработка данных в МШ; постановка задачи метрического МШ; построение (восстановление) новой системы координат с точностью до ортогонального преобразования; решение задачи метрического МШ в рамках модели Торгерсона; содержание реализации метрического МШ в SPSS.

## **Тема 10. Методы неметрического многомерного шкалирования**

Применение методов неметрического шкалирования для обработки ранговых (порядковых) данных; схема алгоритма неметрического МШ: построение матрицы различий, первоначальная оценка координат, стандартизация расстояний между объектами и оценок новых координат, определение отклонений по теоретическим данным, расчет новых оценок координат и проверка их соответствия; модели поиска индивидуальных различий; анализ предпочтений; содержание реализации неметрического МШ в SPSS.

## **Тема 11. Методы и модели одномерного и многомерного дисперсионного анализа (ДА)**

Виды ДА: однофакторный и многофакторный ДА; идея ДА и ее графическая интерпретация; модели ДА; построение однофакторной модели ДА; построение двухфакторной модели ДА; постановка задач для несвязанных и связанных выборок; требования к исходным данным для связанных выборок; многофакторная модель ДА; реализация ДА в SPSS.

## **12. Модели логистической регрессии. Построение моделей регрессии в SPSS**

Математическое описание логистической регрессии; примеры экономических задач, решаемых в рамках логистической регрессии; использование SPSS при построении линейной множественной регрессии, реализуемой пошаговой процедурой включения-исключения переменных; нелинейные регрессионные модели в SPSS: по включаемым переменным и по оцениваемым параметрам; реализуемый в SPSS интервальный прогноз для линейных и нелинейных моделей регрессии; реализация логистической регрессии в SPSS.

## **Тема 13. Применение ортогональных функций в моделировании временных рядов экономических показателей с сезонными колебаниями**

Ортогональные функции и их свойства; тригонометрический ряд Фурье функции  $f(x)$ ,  $x \in [-\pi, \pi]$ ; доказательство теоремы об ортогональности системы тригонометрических функций; построение тригонометрического тренда показателя динамического ряда с заданной периодичностью изменения его значений; уравнение тренда, включающее несколько гармоник; повышение степени достоверности уравнения тригонометрического тренда в соответствии с увеличением числа гармоник; особенности ортогональности тригонометрических функций при построении системы нормальных уравнений методом наименьших квадратов.

## **Тема 14. Прикладной статистический анализ с применением простых одnorodных цепей Маркова**

Исходные определения случайного процесса Маркова, переходных вероятностей, простой конечной цепи Маркова; прикладные задачи, решаемые с помощью цепей Маркова: прогноз распределения объектов по возможным состояниям через  $T$  тактов времени, расчет среднего времени перехода объекта из состояния  $i$  в заданное состояние  $j$ , расчет вероятности перехода  $P_{ij}$ ; алгоритм построения стохастической матрицы вероятностей перехода.

## **Тема 15. Применение методов многомерного статистического моделирования в принятии решений**

Постановка Марковской задачи принятия решений; модель динамического программирования, включающая матрицу переходных вероятностей Маркова; модель с конечным числом этапов и ее экономическая интерпретация; модель с бесконечным числом этапов и ее экономическая интерпретация: метод полного перебора стационарных стратегий, метод итераций по стратегиям.





2.	<p><u>Теоретические и прикладные аспекты построения исходной системы данных.</u>  Теоретические и методические подходы к интерпретации и анализу исходной системы статистических данных: вероятностно-статистический и логико-алгебраический подходы; построение исходной системы данных экономических показателей в виде матрицы «объект-свойство» и матрицы парных сравнений объектов и признаков; векторное представление данных наблюдений; ортогональное преобразование данных, представленных в векторной форме.</p>	2				Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1,3,6]	Опрос, построение исходной системы статистических данных по принципу «объект-свойство».
3.	<p><u>Введение в прикладной статистический анализ.</u>  Назначение и содержание прикладной статистики; центральные проблемы прикладной статистики; статистическое исследование структуры и характера взаимосвязей между экономическими переменными; разработка статистических методов классификации объектов и признаков; снижение размерности исходного признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей; основные этапы прикладного статистического анализа.</p>	2				Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1, 2, 3, 6]	Опрос, письменное тестирование по теме
4.	<p><u>Распознавание образов и типология объектов в социально-экономических исследованиях. Введение в теорию классификации объектов и признаков.</u>  Сущность, типологизация и прикладная направленность задач классификации объектов. Понятие классификации, методы классификации, обучающие выборки; типы задач классификации: комбинационные группировки, простая типологизация, связанная неупорядоченная типологизация, связанная упорядоченная классификация, структурная типологизация, классификация динамических траекторий развития экономических систем; примеры типов экономических задач классификации: выявление типологии потребительского поведения населения, анализ сущности дифференциации этого поведения, прогноз структуры потребления; классификация как необходимый предварительный этап статистической обработки многомерных данных; классификация в задачах планирования выборочных обследований.</p>	4		2		Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям	[1, 2, 3, 6]	Опрос, письменное тестирование по теме

5.	<p><u>Методы и модели дискриминантного анализа. Задачи классификации с обучающими выборками.</u></p> <p>Класс как генеральная совокупность и базовая идея вероятностно-статистических методов классификации; параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов; классическая модель дискриминантного анализа; алгоритм построения правила дискриминации (распознавания класса) для одномерной случайной величины и двух классов; классификационное правило сопоставления к одному из двух классов многомерного (<math>P</math>-мерного) случайного вектора, характеризуемого заданной статистической выборкой; построение дискриминантной функции с обучающей выборкой в случае <math>k \geq 2</math> классов; содержание реализации моделей дискриминантного анализа в рамках пакета прикладных статистических программ SPSS.</p>	6	4	2	4	Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1,2,3,7]	Опрос, построение дискриминантной функции и сопоставление данного объекта к одному из обучающих классов.
6	<p><u>Математические методы и модели классификации объектов без обучения (непараметрический случай): кластер-анализ.</u></p> <p>Постановка задачи автоматической классификации объектов и ее геометрическая интерпретация; объект как точка в многомерном признаковом пространстве (вектор с координатами); постановка двух типов задач разбиения исследуемой совокупности объектов; понятие однородности объектов в задачах их классификации; ортогональность векторов, объекты в признаковом пространстве; поворот осей признакового пространства и неизменность расстояния между объектами; расстояния между отдельными объектами и меры близости объектов друг другу; меры расстояний между объектами махаланобисского типа внутри класса; расстояния между классами объектов; функционалы качества разбиения на классы (при известном и неизвестном числе классов) и экстремальная постановка задачи кластер-анализа; основные типы задач кластер-анализа и основные типы кластер-процедур; содержание реализации кластер-анализа в SPSS.</p>	8	3	4	6	Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1,2,3,5]	Опрос, классификация объектов по иерархической агломеративной процедуре, методом К-средних.

7.	<p><u>Многомерный факторный анализ.</u> Сущность методов факторного анализа и их классификация; латентные обобщающие характеристики организационной структуры и механизма развития изучаемых явлений и процессов; фундаментальная теорема факторного анализа Тэрстоуна; общий вид линейной модели факторного анализа; основные задачи факторного анализа; критерии оценки числа факторов, подлежащих выделению; проблема общности в факторном анализе; способы вычисления оценок общностей; общий алгоритм факторного анализа; геометрическое представление наблюдаемых объектов в пространстве элементарных признаков и латентных факторов; примеры экономических задач, решаемых методами факторного анализа; содержание реализации методов факторного анализа в SPSS.</p>	6	2	2	4	Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1, 2, 3, 6, 7]	Проведение практических расчетов, письменное тестирование по теме.
8.	<p><u>Метод главных компонент.</u> Основное содержание метода главных компонент; построение пространственно-временных данных; сущность панельных данных, используемых в эконометрических исследованиях; стандартизация исходных данных в рамках реализации алгоритма расчетов по методу главных компонент; получение матрицы коэффициентов парной корреляции исходных признаков-показателей посредством их стандартизации; последовательность построения факторной матрицы в рамках алгоритма расчетов по методу главных компонент; сущность главных компонент как векторов, образующих ортогональное пространство векторов; экономическая интерпретация необходимости вращения факторной матрицы при решении прикладных задач методом главных компонент; содержание реализации метода главных компонент в SPSS.</p>	8	5	4	6	Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям.	[1, 2, 3, 5, 6,]	Опрос, письменное тестирование по теме, проверка ортогональности значимых элементов главных компонент
9	<p><u>Метод многомерного метрического шкалирования.</u> Многомерное шкалирование (МШ) как метод построения условных координатных осей или метод латентно-структурного анализа; сущность МШ в экономических исследованиях; основные понятия и методы МШ; представление и первичная обработка данных в МШ; постановка задачи метрического МШ; построение (восстановление) новой системы координат с точностью до ортогонального преобразования; решение задачи метрического МШ в рамках модели Торгерсона; содержание реализации метрического МШ в SPSS.</p>	4	2	2		Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям	[1, 2, 6, 7]	Опрос, письменное тестирование, проведение расчетов на малой размерности данных.

10.	<p><u>Методы многомерного неметрического шкалирования</u>          Применение методов неметрического шкалирования для обработки ранговых (порядковых) данных; схема алгоритма неметрического МШ: построение матрицы различий, первоначальная оценка координат, стандартизация расстояний между объектами и оценок новых координат, определение отклонений по теоретическим данным, расчет новых оценок координат и проверка их соответствия; модели поиска индивидуальных различий; анализ предпочтений; содержание реализации неметрического МШ в SPSS.</p>	4	2	2		Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим занятиям	[1, 2, 6, 7]	Опрос, письменное тестирование, построение новой системы шкал на плоскости
11.	<p><u>Методы и модели одномерного и многомерного дисперсионного анализа (ДА).</u>          Виды ДА: однофакторный и многофакторный ДА; идея ДА и ее графическая интерпретация; модели ДА; построение однофакторной модели ДА; построение двухфакторной модели ДА: постановка задач для несвязанных и связанных выборок; требования к исходным данным для связанных выборок; многофакторная модель ДА; реализация ДА в SPSS.</p>	4	1	2	4			
12.	<p><u>Модели логистической регрессии . Построение моделей регрессии в SPSS</u>          Математическое описание логистической регрессии; примеры экономических задач, решаемых в рамках логистической регрессии; использование SPSS при построении линейной множественной регрессии, реализуемой пошаговой процедурой включения-исключения переменных; нелинейные регрессионные модели в SPSS: по включаемым переменным и по оцениваемым параметрам; реализуемый в SPSS интервальный прогноз.</p>	6	2	2	2			
13.	<p><u>Применение ортогональных функций в моделировании временных рядов экономических показателей с сезонными колебаниями.</u>          Ортогональные функции и их свойства; Тригонометрический ряд Фурье функции <math>f(x)</math>, <math>x \in [-\pi, \pi]</math>; доказательство теоре-</p>	4	2	2		Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раз-	[1, 5, 6, 7]	Опрос теоретического материала, расчеты на практи-

	мы об ортогональности системы тригонометрических функций; построение тригонометрического тренда показателя динамического ряда с заданной периодичностью изменения его значений; уравнение тренда, включающее несколько гармоник; повышение степени достоверности уравнения тригонометрического тренда в соответствии с увеличением числа гармоник; особенности ортогональности тригонометрических функций при построении системы нормальных уравнений методом главных компонент.					даточный материал к практическим и лабораторным занятиям		ческом занятии по построению тригонометрического тренда экономического показателя
14.	<u>Прикладной статистический анализ с применением простых одnorodных цепей Маркова.</u> прикладные задачи, решаемые с помощью цепей Маркова: прогноз распределения объектов по возможным состояниям через $T$ тактов времени, расчет среднего времени перехода объекта из состояния $i$ в заданное состояние $j$ , расчет вероятности перехода $P_{ij}$ ; алгоритм построения стохастической матрицы вероятностей перехода.	4	2	2		Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим и лабораторным занятиям	[1, 2, 5, 6]	Алгоритм построения аналога стохастической матрицы переходных вероятностей
15.	<u>Применение методов многомерного статистического моделирования в принятии решений</u> Постановка Марковской задачи принятия решений; модель динамического программирования, включающая матрицу переходных вероятностей Маркова; модель с конечным числом этапов и ее экономическая интерпретация; модель с бесконечным числом этапов и ее экономическая интерпретация: метод полного перебора стационарных стратегий, метод итераций по стратегиям.	4	2	2	2	Мультимедийные презентации, учебно-методические пособия, раздаточный материал к практическим и лабораторным занятиям	[1, 2, 5, 6]	Алгоритмы совместного применения Марковских переходных матриц и метода динамического программирования Беллмана
	<b>Итого</b>	68	28	26	28			

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Методы многомерного статистического моделирования в экономике»***

В овладении знаниями учебной дисциплины важным этапом является самостоятельная работа студентов. Рекомендуется бюджет времени для самостоятельной работы в среднем 1,5-2 часа на 2-х часовое аудиторное занятие.

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

- первоначально подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и ее разделам, наличие ее в библиотеке и других доступных источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций;
- подготовка к практическим занятиям по специально разработанным планам с изучением основной и дополнительной литературы;
- подготовка к выполнению диагностических форм контроля (тесты, контрольные работы, устные опросы и т.п.);
- подготовка к экзамену.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / [Н. В. Концевая и др.] ; под ред. И. В. Орловой. - Москва : Вузовский учебник, 2019. - 308, [1] с. : ил.

2. Зададаев, С. А. Математика на языке R : учебник / С. А. Зададаев. - Москва : Прометей, 2018. - 324 с. : схем., ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: по подписке. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494941> (дата обращения: 04.06.2021). - ISBN 978-5-907003-59-0. - Текст : электронный. Салин, В. Н. Статистический анализ данных цифровой экономики в системе "Statistica" : учебно-практическое пособие для направления бакалавриата "Экономика" / В. Н. Салин, Э. Ю. Чурилова. - Москва : КНОРУС, 2019. - 237, [1] с. : ил. - (Бакалавриат и магистратура).

3. Дэвидсон, Р. Теория и методы эконометрики : [учебник для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям] / Р. Дэвидсон, Мак-Киннон Дж.Г. ; пер. с англ. под науч. ред. Е. И. Андреевой ; [Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации]. - Москва : Дело, 2018. - [8], 925, [1] с. : ил. - (Серия "Академический учебник").

4. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [Г. О. Читая и др.] ; под ред. Г. О. Читая, С. Ф. Миксюк. - Минск : БГЭУ, 2018. - 510, [1] с. : ил.

5. Орлова, Е. В. Эконометрическая методология исследования систем : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по укрупненной группе специальностей и направлений 38.00.00 "Экономика и управление" (квалификация (степень) "бакалавр") / Е. В. Орлова. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 214, [1] с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат).

### Дополнительная

6. Айвазян, С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1998.- 1022 с.

7. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шеффер М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. проф. В.Н. Тамашевича. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. - 598 с.

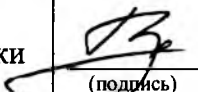
8. Горяинова, Е.Р. Прикладные методы анализа статистических данных: Учебное пособие/Е.Р. Горяинова, А.Р. Панков, Е.Н. Платонов. - М.: ИДГУ ВШЭ, 2018. - 310 с.

9. Кабаков, Р. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R/ Р. Кабаков. - М.: ДКМ, 2016. - 588 с.



10. Александровская, Ю. П. Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие / Ю. П. Александровская ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 96 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500440> (дата обращения: 04.06.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2191-5. – Текст : электронный.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Высшая математика	Кафедра высшей математики	Предложений нет  В.В. Косьянчук (подпись)	<u>28.05.2021.</u> Протокол № <u>10</u>

## ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1		

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры математических методов экономики (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2021 г.)

Заведующий кафедрой ММЭ \_\_\_\_\_ Г.О. Читая

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Д.А.Марушко