

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет культуры и искусств»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе БГУКИ

  
С.Л. Шпарло

« 07 » 07 2023 г.

Регистрационный номер № УД-600/буч.

## **ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА**

*учебная программа по учебной дисциплине модуля  
«Основы моделирования информационных процессов»  
для специальности*

*6-05-0314-03 Социально-культурный менеджмент и коммуникации,  
профилизации «Мультимедийные технологии и цифровые коммуникации»*

Учебная программа составлена в соответствии с примерным учебным планом по специальности 6-05-0314-03 Социально-культурный менеджмент и коммуникации, утвержденным Первым заместителем Министра образования Республики Беларусь от 30.01.2023 рег. № 6-05-03-013/пр. и учебных планов учреждения высшего образования по специальности 6-05-0314-03 Социально-культурный менеджмент и коммуникации, профилизации «Мультимедийные технологии и цифровые коммуникации», рег. № 6-05-03-26/23уч. от 15.02.2023

#### СОСТАВИТЕЛИ:

*В.С. Якимович*, доцент кафедры информационных технологий в культуре учреждения образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств», кандидат педагогических наук;

*Т.И. Песецкая*, доцент кафедры информационных технологий в культуре учреждения образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств», кандидат физико-математических наук

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

*О. М. Королева*, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», кандидат физико-математических наук;

*А. А. Францкевич*, заведующий кафедрой информатики и методики преподавания информатики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка», кандидат педагогических наук, доцент.

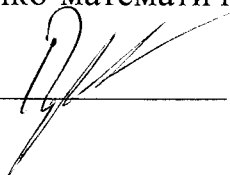
#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

*кафедрой информационных технологий в культуре учреждения образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств» (протокол № 8 от 16.03.2023);*

*президиумом научно-методического совета учреждения образования «Белорусский государственный университет культуры и искусств» (протокол № 6 от 24.05.2023).*

#### СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем ФПМИ БГУ,  
доктор педагогических наук,  
кандидат физико-математических наук, профессор



В.В.Казаченок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Прикладная математика» модуля «Основы моделирования информационных процессов», в соответствии с учебными планами, предназначена для изучения студентами высших учебных заведений по специальности 6-05-0314-03 Социально-культурный менеджмент и коммуникации, профилизации: «Мультимедийные технологии и цифровые коммуникации».

*Цель* изучения учебной дисциплины «Прикладная математика» — формирование теоретических знаний, умений и навыков в области применения математических методов для моделирования информационных процессов сферы культуры и искусств и анализа культурологических данных.

Изучение учебной дисциплины «Прикладная математика» даст возможность сформировать у студентов базовые профессиональные компетенции в области прикладной математики, знакомя их с основными элементами линейной алгебры, теории вероятности и математической статистики, с основами фрактальной геометрии, основными понятиями теории графов, линейным программированием, теорией игр, Марковскими случайными процессами, элементами теории массового обслуживания. Содержание дисциплины «Прикладная математика» позволит студентам не только усвоить основные математические понятия и методы решения типовых задач, но и будет способствовать развитию у студентов навыков исследования, формированию собственных идей и стимулированию их творческого мышления, давая возможность студентам приобрести такие знания, умения и навыки, которые позволили бы будущим специалистам решать задачи практического характера, направленные на экономическое продвижение сферы культуры и искусства.

Учебная дисциплина «Прикладная математика» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин. Она связана с такими учебными дисциплинами, как: «Языки и системы программирования», «Алгоритмы обработки данных», «Системный анализ и моделирование информационных процессов». Знания, полученные по данной учебной дисциплине, являются основой для дальнейшего более углубленного изучения вопросов математических моделей в профессиональной деятельности, а также для подготовки курсовых и дипломных работ.

Основными *задачами* учебной дисциплины являются:

– изучение основных понятий линейной алгебры, теории графов, теории вероятностей, математической статистики и теории фракталов, линейным программированием, теорией игр, Марковскими случайными процессами, элементами теории массового обслуживания;

– знакомство с центральными теоремами и методами указанных разделов математики;

– приобретение умений постановки и решения практических задач математическими методами;

– приобретение умений построений математических моделей для изучения и оптимизации процессов сферы культуры и искусства.

В результате изучения учебной дисциплины студенты должны *знать*:

– основные понятия линейной алгебры, теории графов, теории вероятностей и математической статистики, теории фракталов, линейного программирования, теории игр, Марковских случайных процессов, теории массового обслуживания;

– основные математические модели линейной алгебры, теории графов, теории вероятностей и математической статистики, теории фракталов, применяемые для анализа и изучения экономических, информационных, социальных процессов сферы культуры и искусства;

– подходы и методы к математическому моделированию экономических, информационных, социальных процессов сферы культуры и искусства;

– подходы к анализу культурологических данных методами математической статистики;

– подходы и методы решения задач практического характера, направленные на экономическое продвижение сферы культуры и искусства, используя элементы линейного программирования, теории игр, Марковских случайных процессов, теории массового обслуживания.

Студенты должны *уметь*:

– моделировать экономические, информационные, социальные процессы сферы культуры и искусства;

– решать задачи оптимизации экономических, информационных, социальных процессов сферы культуры и искусства;

– анализировать культурологические данные методами математической статистики.

В результате изучения учебной дисциплины «Прикладная математика» студент должен *владеть* методами и приемами математического моделирования и анализа данных сферы культуры и искусств.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующей специальной компетенции:

СК-10. Применять основные методы математического и алгоритмического моделирования при анализе и решении задач профессиональной деятельности.

В соответствии с учебным планом на изучение учебной дисциплины «Прикладная математика» для студентов дневной формы получения образования предусмотрено всего 138 часов, в том числе 86 часов аудиторных занятий, из них лекции – 20 часов, практические занятия – 26, семинарские занятия – 22 часа, лабораторные занятия – 18 часов. Для студентов заочной формы получения образования на изучение данной

учебной дисциплины предусмотрено всего 138 часов, в том числе 6 часов – лекции, 10 часов – практические занятия, 6 часов – лабораторные занятия.

Изучение учебной дисциплины «Прикладная математика» рассчитано на один семестр. Текущий контроль осуществляется при выполнении и сдаче лабораторных работ. Рекомендуемая форма контроля знаний студентов – экзамен.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## *Тема 1. Введение в прикладную математику*

Цели и задачи дисциплины. Место прикладной математики в системе дисциплин подготовки культурологов-менеджеров. Связь с другими дисциплинами. Учебно-методическое обеспечение, формы контроля.

## *Тема 2. Элементы линейной алгебры*

Определение матрицы. Порядок квадратной матрицы. Главная и побочная диагонали. Диагональная матрица. Умножение матрицы на число. Сложение матриц. Свойства умножения матрицы на число и сложения матриц. Умножение матриц. Умножение матрицы на вектор. Единичная матрица. Обратимая и обратная матрицы. Транспонированная матрица. Ранг матрицы. Симметрические и ортогональные матрицы. Определители. Определитель квадратной матрицы. Определители  $n$ -го порядка и их свойства. Методы вычисления определителей. Матричные уравнения.

Система линейных уравнений. Решение системы линейных уравнений. Равносильные системы. Разрешенная система. Набор разрешенных неизвестных. Свободные неизвестные. Общее решение совместной системы. Элементарные преобразования системы линейных уравнений. Метод Гаусса. Система линейных уравнений с квадратной матрицей. Формулы Крамера для решения системы линейных уравнений.

## *Тема 3. Основные понятия теории графов*

Понятие графа. Вершины и ребра. Ориентированные и неориентированные графы. Параллельные ребра. Петли. Смежные вершины и ребра. Инцидентные вершины и ребра. Степень вершины. Изолированная вершина. Теорема о сумме степеней вершин графа. Теорема о числе нечетных вершин графа. Полный граф. Дополнение графа. Путь в графе. Цикл. Простой цикл. Длина пути. Связные и несвязные графы. Компонента графа. Теорема о простом цикле. Ориентированные графы. Понятие подграфа. Дерево. Покрывающее граф дерево. Циклический ранг графа Теорема о цикломатическом ранге графа.

Матричные представления графов. Матрица инциденций. Матрица смежности. Определение числа путей длины  $p$ . Матрицы достижимостей и контрдостижимостей.

Задачи оптимизации на графах. Взвешенный граф. Матрица весов графа. Алгоритм Дейкстры нахождения минимального пути в графе. Алгоритм построения минимального покрывающего дерева. Поток на графе. Входящие и выходящие потоки. Источники и стоки потока. Циркуляция. Мощность потока. Задача о потоке максимальной мощности.

Основы сетевого планирования. Сетевой график. Правила и алгоритм построения сетевого графика. Алгоритм Фалкерсона нахождения

правильной нумерации вершин. Временные характеристики задач сетевого планирования: продолжительность пути и полный путь. Вычисление ранних сроков наступления событий. Алгоритм Форда для сети. Вычисление поздних сроков наступления событий. Вычисление полных и свободных резервов времени. Потоки на сетях. Алгоритм Форда–Фалкерсона построения максимального потока.

#### ***Тема 4. Основные элементы теории вероятностей***

Испытания и события. Случайные события. Достоверные и невозможные события. Несовместные, элементарные и равновозможные события. Полная группа несовместных событий. Операции над событиями. Операция сложения. Свойства операции сложения. Операция умножения и ее свойства.

Вероятность события. Классическая (лапласовская) модель. Классическое определение вероятности. Геометрическая вероятность. Свойства вероятностной меры. Элементы комбинаторики. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Повторные независимые испытания. Схема Бернулли. Предельные теоремы для схемы Бернулли. Наивероятнейшее число появлений события.

Случайные величины. Дискретная случайная величина. Числовые характеристики дискретной случайной величины. Законы распределения дискретной случайной величины. Относительная частота. Сущность теорем Бернулли и Чебышева.

Непрерывные случайные величины. Плотность вероятности. Числовые характеристики непрерывных случайных величин. Основные законы распределения непрерывных случайных величин (Биномиальный закон распределения. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение. Распределение хи-квадрат. Распределение Стьюдента. Распределение Фишера. Гамма распределение.). Предельные теоремы вероятности.

#### ***Тема 5. Основные элементы математической статистики***

Генеральная совокупность. Объем генеральной совокупности. Выборочная совокупность (выборка). Объем выборки. Выборки с возвращением и без возвращения. Репрезентативность выборки. Методы отбора данных: простой случайный, типический, механический, серийный. Выборочные ряды распределения. Варианты. Вариационные ряды. Вариационный ряд в дискретном случае. Частоты. Относительные частоты (частости). Накопленные частоты. Среднее значение вариант, медиана, размах варьирования. Статистическое распределение выборки. Эмпирическая функция распределения. Графическое изображение статистических рядов. Гистограмма. Полигон. Статистические оценки параметров. Среднее выборочное значение. Выборочная дисперсия.

Центральные выборочные моменты. Статистическая оценка параметров распределения.

### ***Тема 6. Основы фрактальной геометрии***

Понятие «фрактальный». Классификация фракталов. Основные геометрические фракталы: Снежинка Коха, Дерево Пифагора, Ковер Серпинского, Кривая Дракона. Рекурсивные алгоритмы построения простейших фракталов. Фрактальная размерность. Области применения фракталов. Алгебраические и стохастические фракталы. Понятие комплексного числа. Фрактал Мандельброта и множество Жюлиа. Системы Итерированных функций. Алгоритмы построения IFS-фракталов. Мультифракталы.

### ***Тема 7. Математические модели и их применение для решения задач сферы культуры***

Методы экономико-математического моделирования. Линейное программирование. Математические модели задач планирования и управления. Формы записи задач линейного программирования и их эквивалентность. Приведение задачи к каноническому виду. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Математическая модель задачи транспортного типа. Построение начального опорного плана методом «минимального элемента» для задач транспортного типа. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов.

Элементы теории матричных игр. Решение игры в чистых стратегиях. Смешанные стратегии и их свойства. Решение матричных игр в смешанных стратегиях путем сведения к паре двойственных задач. Этапы решения матричной игры.

Понятия случайной функции и случайного процесса. Понятия Марковского случайного процесса. Марковский процесс с дискретными состояниями и дискретным временем. Марковская цепь. Процесс гибели и размножения.

Основные понятия теории массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания (СМО). Потоки событий. Предельные вероятности состояний. Одноканальная СМО с отказами. Многоканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ожиданиями. Одноканальная СМО с ожиданиями и неограниченной очередью. Многоканальная СМО с ожиданиями: многоканальная СМО с ожиданиями и ограниченной очередью (число мест в очереди  $t$ ), многоканальная СМО с неограниченной очередью, Многоканальная СМО с неограниченной очередью, но ограниченным временем пребывания. Замкнутая СМО.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**очная форма получения высшего образования**

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля
		лекции	лабораторные занятия	семинары	практические занятия		
1.	Введение в прикладную математику	1					
2.	Элементы линейной алгебры	3	2	2	4	6	тест
3.	Основные понятия теории графов	4	2	2	2		доклад
4.	Основные понятия теории вероятности	4	2	2	4	2	
5.	Основные элементы математической статистики	2	2	4	4	4	тест
6.	Основы фрактальной геометрии	2	2	4	2		доклад
7.	Математические модели и их применение для решения задач сферы культуры	-	4	4	4	6	тест
Всего...		16	14	18	20	18	

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**заочная форма получения высшего образования**

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля
		лекции	лабораторные занятия	семинары	практические занятия		
1	Введение в прикладную математику	1					
2.	Элементы линейной алгебры	1	1			6	тест
3.	Основные понятия теории графов	1	1		1		доклад
4.	Основные понятия теории вероятности	1	2			2	
5.	Основные элементы математической статистики	-			1	4	тест
6.	Основы фрактальной геометрии	-	1				доклад
7.	Математические модели и их применение для решения задач сферы культуры	-	1			6	тест
Всего...		4	6		2	18	

# ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Литература

### *Основная*

1. Гляков, П. В. Основы высшей математики / П. В. Гляков, Т. И. Песецкая. – Минск : Белорус. гос. ун-т культуры и искусств, 2012. – 194 с.
2. Нешиной, В. В. Математико-статистические методы анализа в библиотечно-информационной деятельности: учеб.-метод. пособие / В. В. Нешиной. – Минск : Белорус. гос. ун-т культуры и искусств, 2009. – 203 с.
3. Теоретические основы информационных технологий : учебно-методический комплекс по учебной дисциплине для специальности 1-21 04 01 Культурология (по направлениям), направления специальности 1-21 04 01-02 Культурология (прикладная), специализации 1-21 04 01-02 04 Информационные системы в культуре / сост.: П. В. Гляков, Т. С. Жилинская, Т. И. Песецкая. – Минск : БГУКИ, 2017. – 318 с.

### *Дополнительная*

4. Белько, И. В. Высшая математика для экономистов. I семестр: экспресс-курс / И. В. Белько, К. К. Кузьмич. – М. : Новое знание, 2002. – 140 с.
5. Белько, И. В. Высшая математика для экономистов. II семестр : экспресс-курс / И. В. Белько, К. К. Кузьмич. – М. : Новое знание, 2003. – 88 с.
6. Божокин, С. В. Фракталы и мультифракталы / С. В. Божокин, В. А. Паршин. – Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.
7. Высшая математика в упражнениях и задачах: в 2 ч. / П. Е. Данко [и др.]. – М.: Оникс, 2005. – 416 с.
8. Гусак, А. А. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Примеры и задачи : учебное пособие [доп. МО РБ] / А. А. Гусак. - 6-е изд. - Минск : ТетраСистемс, 2011. - 288 с.
9. Гусак, А. А. Высшая математика: в 2 т. / А. А. Гусак. – Т. 1. – Минск: ТетраСистемс, 2000.– 448с.
10. Гусак, А. А. Высшая математика: в 2 т. / А. А. Гусак. – Т. 2. – Минск: ТетраСистемс, 2000.– 544с.
11. Кирьянов, Д. В. Mathcad 13 / Д. В. Кирьянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 598 с.
12. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М. : Мир, 1978. – 432 с.
13. Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И. Высшая математика: Математическое программирование: Учебник / Под общ. ред. А.В.Кузнецова. – Мн.: Выш. школа, 2001. – 352 с.

14. Кузнецов А.В., Холод Н.И., Костевич Л.С. Руководство к решению задач по математическому программированию: Учеб. пособие / Под общ. ред. А. В. Кузнецова. – Мн.: Выш. школа, 2001. – 256 с.
15. Лазакович, Н. В. Теория вероятностей / Н. В. Лазакович, С. П. Сташуленок, О. Л. Яблонский. – Минск : БГУ, 2007. – 311 с.
16. Лазакович, Н.В. Теория вероятностей / Н.В. Лазакович, С.П. Сташуленок, О.Л. Яблонский. – Минск : БГУ, 2007. – 311 с.
17. Мельников, О. И. Теория графов в занимательных задачах / О.И. Мельников. – М. : Либрком, 2009. – 232 с.
18. Мельников, О.И. Теория графов в занимательных задачах / О.И. Мельников. – М. : Либрком, 2009. – 232 с.
19. Морозов, А.Д. Введение в теорию фракталов / А. Д. Морозов. – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 162 с.
20. Морозов, А.Д. Введение в теорию фракталов / А.Д. Морозов. – Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2002. – 162 с.
21. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике : [в 2 ч.]. Ч. 1 / Д. Т. Письменный. - 16-е изд. - Москва : Айрис-пресс, 2018. - 288 с.
22. Плис, А. И. MathCAD : математический практикум для экономистов и инженеров / А. И. Плис, Н. А. Сливина. – М. : Финансы и статистика, 2003.– 656 с.
23. Рябушко, А. П. Индивидуальные задания по высшей математике: учебное пособие: в 4 ч. / А. П. Рябушко [и др.]. – Ч. 1. – Минск: Вышэйшая школа, 2009. –270 с.
24. Справочник по математике для экономистов / В. Е. Барбаумов [и др.] ; под ред. В. И. Ермакова. – М. : Инфра-М, 2009. – 464 с.
25. Сухая, Т. А. Сборник задач по высшей математике: учебное пособие: в 2ч. / Т. А. Сухая, В. Ф. Бубнов. –Ч. 1 – Минск: Вышэйшая школа, 1993. – 416 с.

# ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

## Рекомендуемый диагностический инструментарий

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос во время практических занятий для проверки уровня знаний, навыков и умения, приобретаемых студентом при изучении отдельных разделов курса и дисциплины в целом;

- проведение текущих контрольных работ (заданий) по отдельным темам;

- защита выполненных на практических и лабораторных занятиях индивидуальных заданий;

- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;

- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий;

- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;

- критериально-ориентированные тесты, представляющие собой совокупность тестовых заданий, состоящих из: *закрытой формы* с одним или несколькими вариантами правильных ответов; заданий на установление соответствия между элементами двух множеств с одним или несколькими соотношениями и равным или разным количеством элементов во множествах; *открытой формы* с формализованным ответом; заданий на установление правильной последовательности.

- сдача экзамена по дисциплине;

Для измерения степени соответствия учебных достижений студента требованиям образовательного стандарта также рекомендуется использовать проблемные, творческие задачи, предполагающие эвристическую деятельность и неформализованный ответ.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущая самостоятельная работа студентов (СРС), направленная на углубление и закрепление знаний отдельных вспомогательных тем, а также развитие практических навыков, заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиске и изучении литературы, электронных источников информации, включая интернет - ресурсы по проблемам изучаемой дисциплины;
- решение индивидуальных заданий;
- решение дополнительных рекомендованных задач, в том числе обучающих игровых приложений;
- выполнение домашних заданий;
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- изучение теоретического материала при подготовке к выполнению на практических занятиях индивидуальных заданий;
- подготовке к выполнению контрольных работ;
- подготовке к сдаче экзамена.

Результаты СРС выявляются как при ответах на теоретические вопросы, так и при работе в процессе решения задач.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР), направленная на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышения творческого потенциала студентов, заключается в:

- поиске, анализе, презентации информации и научных публикаций по выполняемой теме исследования;
- выполнения междисциплинарных проектов;
- исследовательской работе и участием в научных конференциях, семинарах и олимпиадах.

Результатами ТСР является подготовка доклада студента на научно-практической студенческой конференции.

## МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Учебный материал излагается на основе современных методических требований с учетом педагогических целей на уровнях представления, понимания, знания, применения и творчества. При чтении лекций особое внимание уделяется рассмотрению примеров, иллюстрирующих то или иное понятие, приводятся различные способы интерпретации понятий.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного изучения, реализуемые на лекционных занятиях;

- творческий подход и элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на практических занятиях и лабораторных работах, и при самостоятельной работе;

- дискуссии и дебаты, реализуемые на практических занятиях;

- методы иерархизации задач, позволяющие выделять классы, допускающие типичные подходы решения, что дает возможность строить схемы решения для задач одного класса на основе классических структур программирования и использовать их далее для конкретной задачи;

- проектные технологии, используемые при проектировании конкретного объекта, реализуемые на практических занятиях.

Лабораторные занятия направлены на формирование умений практического использования полученных знаний при разработке программ для решения конкретных задач. Методика их проведения содействует развитию творческих способностей каждого студента и приобретению навыков самостоятельной работы. Используются такие новые формы активизации учебного процесса, как игры, викторины и т.п.