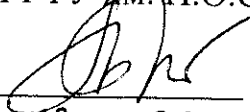


Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О.Сухого

  
А.А. Бойко  
«28» 06 2017

Регистрационный № УРмаг - 33/у2.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности магистратуры

1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ»

2017

Учебная программа составлена на основе:

– образовательного стандарта второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», рег. № ОСВО 1-40 80 04-2012;

– учебных планов второй ступени высшего образования специальности 1-40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», № I 40-2-03/уч. от 20.06.2017, № I 40-2-04/уч. от 20.06.2017.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Комраков; доцент кафедры «Информационные технологии» УО "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого", канд. технических наук, доцент.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Д. С. Кузьменков, заведующий кафедрой Вычислительной математики и программирования УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», канд. физико-математических наук, доцент.

Т. А. Трохова, доцент кафедры «Информатика» УО "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого", канд. технических наук, доцент.

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Информационные технологии»  
(протокол № 19 от 12.06.2017);

Научно-методическим советом Факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 27.06.2017); *4799 - 14-2017*

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 27.06.2017).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа «Математические методы принятия оптимальных решений» разработана для магистрантов высших учебных заведений специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В основу программы положена программа-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (Приказ Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 11 февраля 2011 г. № 35).

### Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области теории и практики принятия оптимальных решений, изучение методов создания имитационных моделей и проведения вычислительных экспериментов.

В результате изучения дисциплины магистрант должен знать:

- различные методы принятия оптимальных решений;
- типовые схемы моделирования;
- особенности моделирования цифровых систем;
- технологию применения искусственных нейронных сетей для моделирования технических систем;

уметь:

- выбирать адекватную схему моделирования для конкретной задачи;
- формировать описание тестовых воздействий для цифровых систем в системе моделирования;
- выбирать адекватную топологию нейронной сети;
- разрабатывать архитектуру системы моделирования;

владеть:

- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении задач;
- основными методами создания имитационных моделей.

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

- АК-1 – способность самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-управленческой и инновационной деятельности;
- ПК-НИ-1 – осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

- ПК-НИ-2 – разрабатывать методики проектирования и построения математических моделей процессов и объектов;
- ПК-НИ-3 – выполнять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Математические методы принятия оптимальных решений», в соответствии с учебным планом по специальности 1–40 80 04 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» составляет – 150 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

	ДО	ЗО
Курс	1	1
Семестр	2	1, 2
Лекции (часов)	48	14
Всего	48	14
аудиторных (часов)		
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине		
Экзамен	2	2

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Математическое моделирование технических систем

#### Тема 1.1. Классификация методов моделирования.

Аналитические, имитационные и гибридные модели. Непрерывные, дискретные, стохастические и обобщенные модели.

#### Тема 1.2. Математические схемы моделирования

Непрерывно-детерминированные и дискретно-детерминированные модели. Дискретно-стохастические, непрерывно-стохастические модели и обобщенные модели. Принципы имитационного моделирования. Понятие статистического эксперимента. Область применения и классификация имитационных моделей. Описание поведения системы.

#### Тема 1.3. Моделирование случайных факторов

Построение датчиков базовых случайных величин. Характеристики датчиков базовых случайных величин. Имитация случайных событий. Алгоритм получения значений случайных величин с заданным законом распределения. Алгоритм получения значений систем случайных величин.

#### Тема 1.4. Моделирование систем массового обслуживания.

Марковские процессы. Процессы размножения и гибели. Методы исследования и анализ систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Марковские СМО. Полумарковские СМО. Нахождение стационарных вероятностей состояний открытой Марковской сети массового обслуживания.

### Раздел 2. Задачи оптимального проектирования

#### Тема 2.1. Введение в предметную область.

Задачи оптимального проектирования в САПР. Примеры постановок задач параметрической оптимизации. Простейший пример оптимизации.

#### Тема 2.2. Формализация технических требований.

Математические модели принятия оптимальных решений. Классификация экстремальных задач. Критерии положительной определенности матриц.

#### Тема 2.3. Методы безусловной оптимизации.

Линейный поиск без использования производных. Линейный поиск с использованием производной минимизируемой функции. Многомерный поиск без использования производных. Градиентные методы. Метод сопряженных направлений.

#### Тема 2.4. Методы условной оптимизации.

Критерии оптимальности в задачах с ограничениями. Методы прямого поиска в задачах условной оптимизации. Метод случайного поиска. Условие применения методов случайного поиска.

### Раздел 3. Основы теории планирования модельного эксперимента на ЭВМ

#### Тема 3.1. Схема экспериментальных исследований

Научный, инженерный и промышленный эксперимент, как средство построения или уточнения математической модели исследуемого объекта или явления. Типовая схема экспериментальных исследований. Типовые задачи исследования.

#### Тема 3.2. Планирование эксперимента

Цели и методы планирования эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Планирование регрессионных экспериментов, критерии оптимальности регрессионных планов. Планы 1-го и 2-го порядков. Последовательные методы планирования эксперимента.

Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Задачи и планирование эксперимента при исследовании динамических объектов. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.

### Раздел 4. Основы теории обработки результатов моделирования

#### 4.1. Характеристика массивов информации в научных исследованиях.

Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях. Размерность, качественные и количественные признаки, способы представления, механизмы и модели порождения данных, общая схема и основные этапы анализа данных.

#### 4.2. Статистическая оценка параметров.

Задача статистического оценивания параметров. Свойства статистических оценок. Методы статистического оценивания. Использование априорной информации (байесовский подход).

#### 4.3. Статистическая проверка гипотез.

Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных. Общая схема статистического критерия. Построение статистического критерия, принцип отношения правдоподобия. Характеристики качества статистического критерия. Последовательная схема принятия решения.

#### 4.4. Задача классификации данных.

Методы структуризации данных. Задача классификации, механизмы порождения классификаций. Задача классификации объектов с «учителем», различные модели распознавания образов. Задача автоматической классификации (кластер-анализ), вариационный и статистический подходы, основные типы алгоритмов, проблема выбора числа классов.

#### 4.5. Задача структуризации параметров.

Методы структуризации параметров. Модели и методы факторного анализа, алгоритмы экспериментальной группировки, выбор числа групп, нелинейные модели, особенности методов структуризации качественных признаков.

Регрессионные линейные и нелинейные модели. Методы кусочной аппроксимации зависимостей. Структурные регрессионные уравнения.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1–40 80 04 (дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля Знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	магистерское Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Математическое моделирование технических систем	8						
1.1.	Классификация методов моделирования	2						Э
1.2.	Математические схемы моделирования	2						Э
1.3.	Моделирование случайных факторов	2						Э
1.4.	Моделирование систем массового обслуживания	2						Э
2.	Задачи оптимального проектирования	20						
2.1.	Введение в предметную область	4						Э
2.2.	Формализация технических требований	2						Э
2.3.	Методы безусловной оптимизации	6						Э
2.4.	Методы условной оптимизации	8						Э
3.	Основы теории планирования модельного эксперимента на ЭВМ	8						
3.1.	Схема экспериментальных исследований	4						Э
3.2.	Планирование эксперимента	4						Э
4.	Основы теории обработки результатов моделирования	12						
4.1.	Характеристика массивов информации в научных исследованиях	2						Э
4.2.	Статистическая оценка параметров	2						Э
4.3.	Статистическая проверка гипотез	2						Э
4.4.	Задача классификации данных	4						Э
4.5.	Задача структуризации параметров	2						Э

Принятые обозначения: Э – экзамен.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
 для специальности 1–40 80 04 (заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля Знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа магистранта	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Математическое моделирование технических систем	4						
1.1.	Классификация методов моделирования	1						Э
1.2.	Математические схемы моделирования	1						Э
1.3.	Моделирование случайных факторов	1						Э
1.4.	Моделирование систем массового обслуживания	1						Э
2.	Задачи оптимального проектирования	4						
2.1.	Введение в предметную область	1						Э
2.2.	Формализация технических требований	1						Э
2.3.	Методы безусловной оптимизации	1						Э
2.4.	Методы условной оптимизации	1						Э
3.	Основы теории планирования модельного эксперимента на ЭВМ	2						
3.1.	Схема экспериментальных исследований	1						Э
3.2.	Планирование эксперимента	1						Э
4.	Основы теории обработки результатов моделирования	4						
4.1.	Характеристика массивов информации в научных исследованиях	0,5						Э
4.2.	Статистическая оценка параметров	0,5						Э
4.3.	Статистическая проверка гипотез	1						Э
4.4.	Задача классификации данных	1						Э
4.5.	Задача структуризации параметров	1						Э

Принятые обозначения: Э – экзамен.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Вентцель Е.С., Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М: Наука, 1991. – 383 с.
2. Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. – Мн.: ДизайнПРО, 1995. – 256 с.
3. Советов, Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник для вузов специальности АСУ. – М.: Высшая Школа, 2007. – 343 с.
4. Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие / Ю.С. Харин [и др.]. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.:Мир,1984. – 264 с.
6. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В., Рудченко Е.А. Scilab. Решение инженерных и математических задач. – М.: ALT Linux : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 257 с. + CD. – (Библиотека ALT Linux).

### Дополнительная литература

7. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
8. Гаврилова Т.А. Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.:Питер, 2000. – 384 с.
9. Технологии анализа данных / А.А. Барсегян [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
10. Коломоец, Ф.Г. Основы системного анализа и теория принятия решений: пособие для исследователей, управленцев и студентов вузов. – Мн.: Тесей, 2006.
11. Королев, А.Л. Компьютерное моделирование: лабораторный практикум / А.Л. Королев. – М: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 296 с.
12. Максимей И.В. Математическое моделирование больших систем: [Уч. пособие для спец. «Прикладная математика»]. – Мн.: Выш. шк., 1985.
13. Овечкин Г.В. Компьютерное моделирование : учебник / Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин. – М: Академия, 2015. – 217 с.
14. Тематический выпуск «Методы моделирования ТП в современных системах автоматизации» // Журнал «Автоматизация в промышленности» (ISSN 1819-5962), №7, Москва, 2013.
15. Аксенов К.А. Метод анализа и устранения узких мест мультиагентного процесса преобразования ресурсов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: [www.science-education.ru/121-18538](http://www.science-education.ru/121-18538).

16. Бекларян А.Л., Акопов А.С. Моделирование поведения толпы на основе интеллектуальной динамики взаимодействующих агентов // Бизнес-информатика. 2015. № 1 (31). С. 69–77.
17. Боровикова Надежда Моделирование как средство поддержки принятия решения при реконфигурации транспортного терминала // Труды 27-ой научно-практической и учебно-методической конференции «Наука и технология – шаг в будущее» («RESEARCH and TECHNOLOGY – STEP into the FUTURE 2015»), Vol. 10, No. 1. Рига. Латвия. 23–24 апреля 2015 г. С.84.
18. Бутакова М.А., Гуда А.Н., Чернов А.В., Чубейко С.В. Оценка надежности программного обеспечения методами дискретно-событийного моделирования // Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы» (Software & Systems), № 4 (112), 2015, Тверь. С.158-165.
19. Грибанова Е.Б. Процессно-ориентированное моделирование систем массового обслуживания в Excel // Научно-практический журнал «Прикладная информатика», том 10, №6 (60), 2015 год. Москва. ISSN 193-8314. С.83-90.
20. Дровяников В.И., Хаймович И.Н. Имитационное моделирование управления социальным кластером в системе Anylogic // Фундаментальные исследования, № 8, 2015. С.361-366.
21. Молев А.А., Колесников А.С. Моделирование в среде Anylogic систем радиосвязи, построенных на основе когнитивных технологий // Материалы XV международной научно-методической конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии». Воронеж, ВГУ, 2015г., том I, с. 349-354, 489 с.

*Список литературы проверен [подпись] (Писеева Ч.В.)*