

Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт Автоматики и электронного приборостроения

Кафедра Промышленной и экологической безопасности



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Н.Н. Маливанов

«21» 09 20 17 г.

Регистрационный номер РП-214

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Индекс по учебному плану: Б1.Б.02

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность

Квалификация: магистр

Магистерская программа: Оценка риска и управление техносферной безопасностью


Виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская;  
организационно-управленческая.

Казань 2017 г.

Рабочая программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «06» марта 2015 г. №172 и в соответствии с учебным планом направления «Техносферная безопасность», утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017г. протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины разработана к.т.н., профессором кафедры «ПЭБ» Романовским В.Л.

утверждена на заседании кафедры ПЭБ протокол № 1 от 31 августа 2017г.  
Заведующая кафедрой ПЭБ, профессор, д.п.н. Муравьёва Е.В.

Рабочая программа дисциплины(модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра, ответственная за ОП	31.08.2017	1	 зав. кафедрой
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия института АЭП	31.08.2017	8	 председатель УМК института
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	31.08.2017	-	
СОГЛАСОВАНА	УМУ	31.08.2017	-	 начальник УМУ



## **Раздел 1. Исходные данные и конечный результат освоения дисциплины**

### **1.1. Цель изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование» – подготовка магистров к научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности в области техносферной безопасности.

### **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Задачи изучения дисциплины «Математическое моделирование» - формирование умений и навыков по моделированию процессов инициирования техногенных аварий и катастроф.

### **1.3. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Математическое моделирование» углубляет знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.05 «Методология научных исследований».

#### 1.4. Объем дисциплины (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы).

Объем дисциплины для очной формы обучения

Таблица 1а

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры:	
	в час	в ЗЕ	1	
			в час	в ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>24</b>	<b>0,66</b>	<b>24</b>	<b>0,66</b>
Лекции				
Лабораторные работы	<b>12</b>	<b>0,33</b>	<b>12</b>	<b>0,33</b>
Практические занятия	<b>12</b>	<b>0,33</b>	<b>12</b>	<b>0,33</b>
Другие виды аудиторных занятий				
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<b>120</b>	<b>3,33</b>	<b>120</b>	<b>3,33</b>
Проработка учебного материала	<b>84</b>	<b>2,33</b>	<b>84</b>	<b>2,33</b>
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>
Промежуточная аттестация	Экзамен			

Объем дисциплины для заочной формы обучения

Таблица 1б

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:	
	в ЗЕ	в час	1	
			в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<b>0,39</b>	<b>14</b>	<b>0,39</b>	<b>14</b>
Лекции				
Лабораторные работы	0,17	6	0,17	6
Практические занятия	0,22	8	0,22	8
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<b>3,61</b>	<b>130</b>	<b>3,61</b>	<b>130</b>
Проработка учебного материала	2,61	94	2,61	94
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	1,0	36	1,0	36
Итоговая аттестация:	Экзамен			

#### 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Формируемые компетенции



Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b><i>ОК-6 Способность обобщать практические результаты работы и предлагать новые решения, к резюмированию и аргументированному отстаиванию своих решений</i></b>			
<b>Знание</b> знание методов практической деятельности в решении задач техносферной безопасности	знание основ практической деятельности в решении задач техносферной безопасности	знание методов практической деятельности в решении задач техносферной безопасности	знание методологии практической деятельности в решении задач техносферной безопасности
<b>Умение</b> умение обобщать результаты работы, предлагать и аргументированно отстаивать свои предложения в решении задач техносферной безопасности	умение обобщать результаты работы в области техносферной безопасности	умение обобщать результаты работы, вносить предложения в решении задач техносферной безопасности	умение обобщать результаты работы, предлагать и аргументированно отстаивать свои предложения в решении задач техносферной безопасности
<b>Владение</b> владение технологией решения практических задач техносферной безопасности	владение навыками решения практических задач техносферной безопасности	владение навыками решения практических задач техносферной безопасности и способностью отстаивать свои предложения	владение навыками решения научно-практических задач техносферной безопасности и способностью отстаивать свои предложения
<b><i>ОПК-5 Способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать</i></b>			
<b>Знание</b> знание методологии моделирования техносферных угроз	знание методов моделирования техносферных угроз	знание методологии моделирования техносферных угроз	знание методологии моделирования техносферных угроз и её роли в обеспечении техносферной безопасности
<b>Умение</b> умение в письменной и устной форме убедительно обосновывать свои решения в области	умение обосновывать свои решения при моделировании техносферных угроз	умение в письменной и устной форме убедительно обосновывать свои решения в области моделирования	умение в письменной и устной форме убедительно обосновывать свои решения в области моделирования

моделирования техносферных угроз		техносферных угроз, качественно оценивать результаты	техносферных угроз, качественно оценивать результаты и брать на себя ответственность за предлагаемые действия
<b>Владение</b> владение навыками моделирования техносферных угроз	владение навыками моделирования безопасности технических систем	владение навыками моделирования безопасности технических систем и качественной оценки результатов	владение навыками моделирования техносферной безопасности
<b>ПК-11</b> <i>Способность идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов</i>			
<b>Знание</b> знание технологии математического моделирования техносферной безопасности	знание подходов к математическому моделированию техносферной безопасности	знание технологии математического моделирования техносферной безопасности	знание технологии математического эксперимента в моделировании техносферной безопасности
<b>Умение</b> умение с помощью математических методов решать профессиональные задачи техносферной безопасности	умение с помощью математических методов решать прикладные задачи техносферной безопасности	умение с помощью математических методов решать профессиональные задачи техносферной безопасности	умение с помощью математических методов решать научные задачи техносферной безопасности
<b>Владение</b> владение навыками решения задач техносферной безопасности	владение навыками решения прикладных задач техногенной безопасности	владение навыками решения прикладных задач техносферной безопасности	владение навыками проведения математического эксперимента в области техносферной безопасности
<b>ПК-18</b> <i>Способность применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок</i>			
<b>Знание</b> знание методики проведения экспертизы в области техносферной безопасности	знание методов экспертных оценок безопасности технических систем	знание методики проведения экспертизы в области техногенной безопасности	знание методики проведения экспертизы в области техносферной безопасности
<b>Умение</b>	умение проводить	умение применять на	умение применять на

умение применять на практике решения в области экспертизы техносферной безопасности	экспертную оценку безопасности технических систем	практике решения в области экспертизы техногенной безопасности	практике решения в области экспертизы техносферной безопасности
<b>Владение</b> владение навыками проведения экспертизы в области техносферной безопасности	владение навыками проведения экспертных оценок безопасности технических систем	владение навыками проведения экспертизы в области техногенной безопасности	владение навыками проведения экспертизы в области техносферной безопасности

## Раздел 2. Содержание дисциплины и технология ее освоения

### 2.1 Структура дисциплины ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Основные подходы к моделированию	36		4	4	28	ОК-6.3 ОК-6.У ОПК-5.3 ОПК-5.У ОПК-5.В	<i>ФОС ТК-1</i>
Раздел 2. Выбор подхода к моделированию	36		4	4	28	ОК-6.В ОПК-5.3 ОПК-5.У ПК-11.3 ПК-18.3 ПК-18.У ПК-18.В	<i>ФОС ТК-2</i>
Раздел 3. Статистическое моделирование	36		4	4	28	ОК-6.В ОПК-5.3 ОПК-5.В ПК-11.3 ПК-11.У ПК-11.В	<i>ФОС ТК-3</i>
Экзамен	36				36		<i>ФОС ПА</i>
<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>120</b>		



Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)											
	ОК-6			ОПК-5			ПК-11			ПК-18		
	ОК-6.3	ОК-6.У	ОК-6.В	ОПК-5.3	ОПК-5.У	ОПК-5.В	ПК-11.3	ПК-11.У	ПК-11.В	ПК-18.3	ПК-18.У	ПК-18.В
Раздел 1	*	*		*	*	*						
Раздел 2			*	*	*		*			*	*	*
Раздел 3			*	*		*	*	*	*			

## 2.2 Содержание дисциплины

### Раздел 1. Основные подходы к моделированию

Модель объекта. Основная функция модели. Математическая модель объекта. Адекватность математической модели и объекта. Статическая модель объекта. Динамическая модель объекта. Стохастическая модель объекта. Форма математической модели для отображения предписания последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата. Дискретные, непрерывные и смешанные модели. Статические, динамические и логические модели систем. Использование моделей на различных этапах исследования техносферной безопасности.

Литература: [1, 2, 5]

### Раздел 2. Выбор подхода к моделированию

Выбор подхода к моделированию в зависимости от постановки прикладной задачи и имеющихся данных. Степень соответствия модели исследуемому объекту. Структурная и динамическая сложность систем. Количественные и качественные данные. Полностью и слабо формализуемые системы. Оптимизационный подход в решении задач техносферной безопасности. Экспертные системы и используемый математический аппарат.

Литература: [1, 2, 4]

### Раздел 3. Статистическое моделирование

Моделирование случайных событий с помощью специально организованных процедур. Случайные числа. Увязка случайных чисел с вероятностью наступления тех или иных событий в системе (отказ, авария, травма, выброс токсичных веществ, экстремальное воздействие на элементы или систему в целом и т.д.). Нормальный закон распределения случайных чисел. Области

применения метода статистического моделирования. Необходимое и достаточное количество испытаний моделируемой системы. Вероятностные характеристики состояния и развития поведения объекта.

Литература: [1, 2, 3, 4]

## **РАЗДЕЛ 3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

### **3.1 Оценочные средства для текущего контроля**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа и хранится на кафедре.

Таблица 5

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование темы	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Основные подходы к моделированию	ФОС ТК-1	Отчёт о выполнении практических и лабораторных занятий Тест текущего контроля
2.	Выбор подхода к моделированию	ФОС ТК-2	Отчёт о выполнении практических и лабораторных занятий Тест текущего контроля
3.	Статистическое моделирование	ФОС ТК-3	Отчёт о выполнении практических и лабораторных занятий

**Отчёт о выполнении практических и лабораторных занятий** предоставляется на проверку преподавателю после полного выполнения и решения практических и лабораторных задач. При сдаче отчета о выполнении практического или лабораторного занятия преподавателем могут быть заданы дополнительные вопросы по теме занятия.

Примеры вопросов для текущего контроля:

1. Понятие «Математическое моделирование»
2. Физическое моделирование
3. Комбинированное моделирование
4. Роль математического моделирования в процедурах оценки техносферных рисков
5. Области знаний, привлекаемые при анализе рисков
6. Методология определения вероятности последствий
7. Идентификация опасности и предварительная оценка возможных последствий
8. Учёт синергизма потенциальной и ситуационной опасностей при проведении математического моделирования
9. Внутренняя и внешняя среды обитания системы
10. Факторы, влияющие на состояние системы
11. Фактор как составляющая опасности и риска
12. Возможный алгоритм проведения математического моделирования
13. Влияние антропогенного фактора на техносферную безопасность
14. Основные понятия теории моделирования
15. Метод Монте-Карло
16. Пример использования метода Монте-Карло

### **3.2 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

По итогам освоения дисциплины проведение экзамена проводится в два этапа: тестирование и письменного задания.

**Первый этап** проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки продвинутого и превосходного уровней формирования компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы и практическое задание.



### 3.3 Оценочные средства для промежуточного контроля.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Пример типовых тестовых вопросов для первого этапа экзамена:

#### Тест №1

1. Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования
- 2) *объект-заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели*
- 3) копия объекта
- 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

2. Основная функция модели это:

- 1) Получить информацию о моделируемом объекте
- 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) *Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта*
- 4) Воспроизвести физическую форму объекта

3. Математические модели относятся к классу...

- 1) Изобразительных моделей
- 2) Прагматических моделей
- 3) Познавательных моделей
- 4) *Символических моделей*

4. Математической моделью объекта называют...

- 1) *Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур*
- 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы
- 3) Представление свойств объекта только в числовом виде
- 4) Любую формализованную модель

5. Методами математического моделирования являются ...

- 1) Аналитический
- 2) Числовой
- 3) *Аксиоматический и конструктивный*
- 4) Имитационный

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:
- 1) Аналитическая
  - 2) Графическая
  - 3) Цифровая
  - 4) *Алгоритмическая*
7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
- 1) Системой
  - 2) Чертежом
  - 3) Структурой объекта
  - 4) *Графом*
8. Эффективность математической модели определяется ...
- 1) Оценкой точности модели
  - 2) *Функцией эффективности модели*
  - 3) Соотношением цены и качества
  - 4) Простотой модели
9. Адекватность математической модели и объекта это...
- 1) *Правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования*
  - 2) Полнота отображения объекта моделирования
  - 3) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
  - 4) Объективность результата моделирования
10. Состояние объекта определяется ...
- 1) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
  - 2) *Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели*
  - 3) Только физическими данными об объекте
  - 4) Параметрами окружающей среды
11. Изменение состояния объекта отображается в виде...
- 1) Статической модели
  - 2) Детерминированной модели
  - 3) *Динамической модели*
  - 4) Стохастической модели



12. Декомпозиция это...

- 1) Процедура разложения целого на части с целью описания объекта
- 2) Процедура объединения частей объекта в целое
- 3) Процедура изменения структуры объекта
- 4) Процедура сортировки частей объекта

13. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...

- 1) Дискретизацией модели
- 2) Алгоритмизацией модели
- 3) Линеаризацией модели
- 4) Идеализацией модели

14. Имитационное моделирование ...

- 1) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени
- 2) Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс
- 3) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы
- 4) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами

15. Модель детерминированная ...

- 1) Матрица, детерминант которой равен единице
- 2) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события
- 3) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости
- 4) Система непредвиденных, случайных событий

16. Дискретизация модели это процедура...

- 1) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени
- 2) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную
- 3) Процедура разделения целого на части
- 4) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта

## Тест №2

### 1. Метод имитационного моделирования:

1. является разновидностью физического моделирования
2. является разновидностью математического моделирования
3. лишь имитирует физическое моделирование
4. полностью отражает реальные процессы

### 2. Наибольшая устойчивость функционирования характерна для:

- а) природных систем;
- б) замкнутых систем;
- в) открытых систем;
- г) экологично спроектированных технических систем.

### 3. Формирование общего представления о системе необходимо начинать с:

- а) выявления основных функций и частей системы;
- б) ознакомления с основными процессами в системе;
- в) максимально возможного ознакомления с системой;
- г) формирования общих представлений о системе.

### 4. Факторы, влияющие на состояние системы:

- а) опасные и вредные факторы;
- б) факторы, направленно угрожающие надёжному функционированию системы;
- в) каждая система имеет свою собственную среду и собственные, принадлежащие только ей, факторы;
- г) внутренние и внешние факторы.

### 5. Степень соответствия модели реальной системе может колебаться:

1. от -1 до 1
2. от -1 до 0
3. от 0 до 1
4. от реальной до достижимой

### 6. Какие технические системы принято называть простыми?

1. удобные в эксплуатации
2. в которых четко определены связи между элементами
3. обеспечивают целевым продуктом не более двух потребителей
4. работоспособное и неработоспособное состояние которых образуют полную группу событий

**7. Технические системы, в которых процесс обеспечения целевым продуктом всех или части потребителей допускает переменность количества этого продукта во времени, относятся к:**

1. гибким системам,
2. сложным системам
3. монопольным системам
4. неудобным для потребителя системам

**8. Методы качественного оценивания систем предполагают:**

- а) предварительное формирование представления о системе с помощью методов экспертных оценок;
- б) предварительное формирование представления о системе с помощью методов мозговой атаки;
- в) предварительное формирование представления о системе с помощью морфологических методов;
- г) предварительное формирование представления о системе с помощью методов системного анализа.

**9. Методы количественного оценивания систем предполагают:**

- а) поиск вариантов с наилучшими показателями;
- б) выбор критерия эффективности функционирования системы ;
- в) получение характеристик-целей анализа;
- г) предварительное проведение качественного анализа.

**10. Учёт синергизма потенциальной и ситуационной опасностей предполагает:**

- а) анализ и оценку техногенных рисков;
- б) учёт оперативной обстановки;
- в) достаточность средств и способов техногенной безопасности;
- г) предполагает, что ситуационная опасность может стать результатом как антропогенного, так и природного характера.

**11. Результаты моделирования системы предполагают:**

- а) исследование реальной системы;
- б) приближённость моделирования реальной системы;
- в) использование постулатов теории подобия;
- г) что модель отображает исследуемый аспект системы.

**12. Какой должна быть работа человека в системе «человек-машина-среда»?**

1. безопасной для человека
2. безопасной для всех элементов системы
3. безопасной для техники и среды обитания



4. безопасной для среды обитания

**13. Все технические средства и технологии обладают:**

- а) возможностью улучшения жизни человека;
- б) возможностью получения новых материалов;
- в) способностью получения позитивных свойств и результатов;
- г) способностью генерировать опасные и вредные факторы.

**14. Эмерджентность системы – это:**

- а) несводимость свойств системы к свойствам составляющих её элементов; +
- б) разнообразие элементов, составляющих систему;
- в) устойчивость и способность к самосохранению;
- г) процесс обмена энергией, веществом и информацией с окружающей средой.

**15. Что означает понятие «гибкость системы»?**

- 1. Универсальность системы
- 2. Способность воспринимать и отрабатывать отклонения
- 3. Возможность работы в любых условиях окружающей среды
- 4. Функционирование системы не зависит от человеческого фактора

**16. Аксиома о потенциальной опасности утверждает:**

- 1. все действия человека и все компоненты среды обитания обладают способностью генерировать опасные и вредные факторы
- 2. совершенствуя систему потенциально возможно влияние всех опасностей свести к нулю
- 3. любые действия человека сопровождается появлением опасных факторов
- 4. необдуманные действия человека и связанные с ним компоненты среды обитания генерируют опасные и вредные факторы

**17. Что такое выходной эффект технической системы?**

- 1. Количество энергии полезно переработанной системой
- 2. Выходная мощность системы
- 3. Вероятность выхода системы на заданный режим
- 4. Полезный результат функционирования системы

**18. метод «Моделирование методом Монте-Карло» применим для:**

- а) идентификации риска;
- б) предварительного формирования представления о системе;
- в) определения вероятностных характеристик;
- г) всё вышеперечисленное.

Примерные вопросы ко второму этапу экзамена:

- 1 Применение математического моделирования на различных стадиях жизненного цикла технических систем
- 2 Вычисления при проведении моделирования
- 3 Проверка результатов математического моделирования
- 4 Корректировка результатов математического моделирования
- 5 Роль математического моделирования при управлении техносферной безопасностью
- 6 Моделирование рисков ситуации
- 7 Детерминированное и стохастическое моделирование
- 8 Статическое и динамическое моделирование
- 9 Дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное моделирование
- 10 Мысленное и реальное моделирование
- 11 Имитационное моделирование

### 3.4 Критерии оценки промежуточной аттестации

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 5

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено (отлично)
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено (хорошо)
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено (удовлетворительно)
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено (не удовлетворительно)



## **РАЗДЕЛ 4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Никонов, О.И. Математическое моделирование и методы принятия решений [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.И. Никонов, С.В. Кругликов, М.А. Медведева. — Электрон. дан. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 100 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98336>. — Загл. с экрана. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс] : учебник / В.П.
2. Тарасик. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4324>. — Загл. с экрана.
3. Коробова, Л.А. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106788>. — Загл. с экрана.

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

4. Агарков С. А.. Управление рисками : учеб. пособие для студ. вузов / С. А. Агарков, Е. С. Кузнецова. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 112 с.
5. Мамаева, Л. Н. Управление рисками : учеб. пособие / Л. Н. Мамаева. - 2-е изд. - М. : Дашков и К°, 2014. - 256 с.
6. Вороненко, Б.А. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Б.А. Вороненко, А.Г. Крысин, В.В. Пеленко, О.А. Цуранов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 44 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70823>. — Загл. с экрана.
7. Колесов, Ю.Б. Компонентные технологии математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Б. Колесов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2013. — 223 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64800>. — Загл. с экрана.

#### **4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ**

1. Муравьёва Е.В. Опасные природные процессы (Учебное пособие) Гриф УМЦ Издательство «Печать-Сервис» Казань, 2015
2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» и «Защита в ЧС» / Составитель В.Ф. Ковалёв; Шахтинский ин-т (филиал) ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. - 43 с.

#### **4.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы**

Изучение материала выполняется с использованием личных записей студента (конспект) и рекомендованной литературы. В результате самоподготовки студент должен ответить на контрольные вопросы по темам дисциплины.

При подготовке к сдаче выполненной практической работы рекомендуется продумать ответы на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях. Данные вопросы можно использовать и для самоконтроля.

Студент допускается к экзамену только после выполнения всех предусмотренных работ. При подготовке к экзамену рекомендуется повторить пройденный материал. При недостаточном понимании теоретических вопросов или затруднениях при решении/рассмотрении практических заданий следует консультироваться у преподавателя.

Для сдачи экзамена необходимо удовлетворительно ответить на вопросы билета и/или дополнительных вопросов преподавателя.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления и упрочения знаний, получаемых в ходе практических и лекционных занятий. Эта работа предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к занятиям;
- подготовку к тестированию;
- подготовку к экзамену.

Время на самостоятельную работу рекомендуется равномерно распределить на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

#### **4.1.5 Методические рекомендации для преподавателей**

Содержание дисциплины излагается на практических занятиях в тематической последовательности. Каждое практическое занятие сопровождается презентационным материалом, способствующим более полному отражению основных вопросов темы. Практические занятия построены на принципах проблемного обучения. Часть практических занятий проходит как отработка практических навыков, другая часть – как семинар-дискуссия с просмотром научных фильмов, где студенты излагают подготовленный самостоятельно материал.

### **4.2 Информационное обеспечение дисциплины**

#### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**



Романовский В.Л. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по специальности 20.04.01 «Техносферная безопасность», магистерская программа «Оценка риска и управление техносферной безопасностью», ФГОСЗ (3ф) КНИТУ-КАИ, Казань, 2015. - Доступ по логину и паролю. URL: [https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=\\_240653\\_1&course\\_id=\\_13053\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_240653_1&course_id=_13053_1)

#### 4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

- [amchs.ru](http://amchs.ru)
- [mchs.gov.ru](http://mchs.gov.ru)
- [vniigochs.ru](http://vniigochs.ru)
- [httpamchs.ru.amchs.ru/http://new-http://new-site.ahttp://new-site.amchs.ru/mchs.ru/site.amchs.ru/](http://httpamchs.ru.amchs.ru/http://new-http://new-site.ahttp://new-site.amchs.ru/mchs.ru/site.amchs.ru/)

### 4.3 Кадровое обеспечение

#### 4.3.1 Базовое образование

Базовое образование преподавателя – наличие высшего технического или естественно-научного образования. Профессиональная переподготовка по направлению «Техносферная безопасность». Наличие ученой степени и/или ученого звания.

#### 4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Профессионально-предметная квалификация преподавателей: области научно-исследовательской и научно-методической деятельности преподавателя должны быть непосредственно связаны с актуальными проблемами техносферной безопасности (наличие соответствующих статей, докладов на конференциях) или обеспечения образовательного процесса в высшей школе.

#### 4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателя: наличие ученой степени кандидата наук, повышение квалификации по предметной области или по образовательным (педагогическим) технологиям каждые 4 года.

### 4.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 6

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории,	Перечень лабораторного оборудования,
---------------------------------	----------------------------------------------	--------------------------------------

	класса.	специализированной мебели и технических средств обучения
Раздел 1. Основы мониторинга чрезвычайных ситуаций	1-ое учебное здание аудитория 101.	1. Компьютерный класс (ноутбуки – 10шт.); 2. Интерактивная доска; 3. Телевизор; 4. Проектор; 5. Видеоматериалы по теме занятия.
Раздел 2. Мониторинг безопасности объектов экономики		

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуль)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину
1	2	3	4	5
1		01.02.19	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ" в новой редакции (Приказ №1042 от 26.11.2018) наименование "Министерство образования и науки Российской Федерации" читать как "Министерство науки и высшего образования Российской Федерации"	
2	2.2	27.08.20	<p>Заменить разделы 1-3 на разделы онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенное на открытой образовательной платформе Stepik <a href="https://stepik.org/course/61480/">https://stepik.org/course/61480/</a>:</p> <p><b>1 Аналитическое моделирование</b> Цели и задачи курса. Понятие «модель» и «математическая модель». Адекватность модели. Виды моделей в зависимости от моделируемого процесса или системы. Основные классы моделей, изучаемые в данном курсе: аналитические, стохастические, имитационные, массового обслуживания, интеллектуальные. Этапы построения модели. Проверка модели на адекватность. Виды аналитических моделей: динамические, статические, оптимизационные. Примеры построения моделей различных видов. Обработка результатов экспериментов. Подготовка данных для моделирования. Понятие регрессии. Выбор регрессионной функции. Метод наименьших квадратов для определения коэффициентов регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели</p> <p><b>2 Имитационное моделирование</b> Практические задачи, для исследования которых необходимо стохастическое моделирование. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных процессов. Моделирование цепей Маркова. Моделирование потоков событий (Пуассоновские потоки).</p>	



			<p>Понятие системы массового обслуживания (СМО). Параметры СМО, виды моделей СМО: Моделирование процессов в одноканальной системе массового обслуживания с отказами; Моделирование процессов в одноканальной системе с ограниченным ожиданием</p> <p><b>Модуль 3. Интеллектуальное моделирование</b></p> <p>Искусственный нейрон как аналог биологического нейрона головного мозга. Способ объединения искусственных нейронов в сети. Принципы обучения нейронных сетей. Области их применения. Обзор наиболее популярных нейросетевых парадигм. Персептрон Розенблатта. Многослойный персептрон с обратным распространением ошибки (Back Propagation). Градиентное обучение. Метод и алгоритм обратного распространения ошибки. Эффективность алгоритма обратного распространения ошибки. Области применения и модификации парадигмы сети обратного распространения ошибки. Сеть Кохонена: парадигма и решаемые задачи. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Алгоритм обучения соревновательного слоя нейронов. Алгоритм функционирования сети Кохонена. Визуализация и анализ данных с использованием карты Кохонена. Автоассоциативная сеть Хопфилда: структурная схема, передаточные функции. Алгоритм функционирования сети Хопфилда. Особенности и проблемы сетей Хопфилда. Понятие лингвистической переменной, нечеткого множества и его функции принадлежности. Виды функций принадлежности. Нечеткий логический вывод Мамдани. Примеры практического решения задач при помощи нечеткой системы Мамдани.</p>	
3	2.3	27.08.20	<p>После раздела 2.3. «Курсовая работа» добавить разделы онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik:</p> <p><b>2.4. Взаимодействие «Студент-Контент»</b></p> <p>В состав методического материала каждой темы входят:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Видео-лекция со слайдами.</li> <li>2. Текст лекции.</li> <li>3. Описание практического занятия (если предусмотрено в данной теме).</li> <li>4. Описание лабораторной работы (если предусмотрена в данной теме).</li> <li>5. Контрольные задания в виде тестов (вопросы типа «Множественный выбор», «Пропуски», «Численная задача»).</li> </ol> <p><b>2.5. Темы видео-лекций</b></p> <p>Темы видео-лекций совпадают с названиями тем, указанных в таблице 2.</p>	

4	3.1	27.08.20	<p><i>Добавить в наименования / заменить наименования</i> оценочных средств текущего контроля по видам учебной работы «Практические занятия» и «Лабораторные работы», проводимым с использованием онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik, тестовые задания.</p> <p>Примеры тестовых заданий текущего контроля по разделу 1:</p> <p>1. Отметьте правильный ответ. Моделированием называется:</p> <p>А. замещение модели системой, и проведение экспериментов с системой (или над системой), исследование свойств системы, опираясь на результаты экспериментов с целью получения информации о модели.</p> <p>Б. важная сфера применения средств вычислительной техники, когда положения теории моделирования используются в различных областях науки, производства и техники.</p> <p>В. замещение системы моделью, и проведение экспериментов с моделью (или на модели), исследование свойств модели, опираясь на результаты экспериментов с целью получения информации о системе.</p> <p>2. Укажите все возможные правильные ответы. Неопределенные системы подразделяются на:</p> <p>А. системы с неизученными взаимосвязями</p> <p>Б. природные</p> <p>В. статические</p> <p>Г. динамические</p> <p>Д. детерминированные</p> <p>Е. неопределенные</p> <p>Ж. игровые</p> <p>З. случайные</p> <p>И. недетерминированные</p> <p>К. непрерывные</p> <p>Примеры тестовых заданий текущего контроля по разделу 2:</p> <p>1. Отметьте все правильные ответы. Для проверки согласия построенной модели регрессии с результатами эксперимента обычно вычисляют:</p> <p>А. дисперсию</p> <p>Б. коэффициент корреляции</p> <p>В. коэффициент детерминации</p> <p>Г. среднеквадратическую ошибку</p> <p>Д. формулы Крамера</p> <p>Е. наилучшие значения коэффициентов регрессии</p> <p>2. Отметьте все правильные ответы. Что из вышеперечисленного является способом оценки адекватности аналитической модели, построенной по данным эксперимента?</p>	
---	-----	----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

1	2	3	4	5
			<p>А. Определение среднеквадратического отклонения  Б. Определение атематического ожидания  В. Определение дисперсии  Г. Определение коэффициента корреляции  Д. Определение коэффициента детерминации  Е. Определение средневзвешенной ошибки</p>	
5	3.2	27.08.20	<p><i>Заменить вопросы в Примерах экзаменационных вопросов следующими вопросами, ответы на которые представлены в онлайн-курсе «Компьютерное моделирование»:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование равномерного белого шума с дисперсией 1</li> <li>2. Способы оценки адекватности аналитической модели, построенной по данным эксперимента</li> <li>3. Моделирование процессов в одноканальной системе массового обслуживания с отказами</li> <li>4. Строение искусственного нейрона. Виды функций активации</li> <li>5. Многослойный персептрон с обратным распространением ошибки</li> <li>6. Нечеткие множества и нечеткие переменные</li> <li>7. Этапы построения аналитической математической модели</li> </ol>	
6	4.1	27.08.20	<p><i>Дополнить списки основной и дополнительной литературы следующими учебными изданиями:</i></p> <p><b>4.1.1 Основная литература:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строгалева, Валерий Петрович Имитационное моделирование: учеб.пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева.- 4-е изд. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.- 295 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8 : 386.</li> <li>2. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие для студентов высш. проф. обр-я – М: Академия, 2010г. – 112с.</li> </ol> <p><b>4.1.2 Дополнительная литература:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дворецкий С. И. Моделирование систем: учебник для студ. вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4737-9: 342.</li> <li>2. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории.-М: Горячая линия-Телеком, 2015г. – 496с.</li> </ol> <p><i>Дополнить</i></p> <p><b>4.1.4 Перечень информационных технологий и электронных ресурсов, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. С.В. Новикова, Н.Л. Валитова, Э.Ш. Кремлева. Массовый открытый онлайн-курс (МООК) "Компьютерное моделирование". Ссылка на курс: <a href="https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417">https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417</a></li> </ol>	

**5.2 Лист утверждения рабочей программы дисциплины на учебный год**  
 Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), а состав которого входит выпускающая кафедра
2017/2018		
2018/2019		
201_/201_		
201_/201_		
201_/201_		