



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-  
СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ» ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ  
СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ  
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника ФГБОУ ВО  
Сибирская пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России  
по учебной работе

полковник внутренней службы  
*Бессонова* М.В. Елфимова

«26» марта 20 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**Б1.Б.06 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНОСФЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

квалификация магистр

форма обучения заочная

Железногорск

20 20

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цели освоения дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов»:**

- формирование системы знаний о современных методах моделирования сложных объектов, практической применимости этих методов к задачам пожарной безопасности;
- приобретение слушателями знаний, практических умений и навыков, позволяющих квалифицированно выполнять работы в части обоснованного выбора методов моделирования техносферных объектов, систем и процессов.

**Задачи дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов»:**

- изучение основных принципов построения математических моделей; общих методов и программных средств математического моделирования технических процессов, объектов и систем;
- овладение методами расчета, моделирования и анализа техносферных объектов; методикой проведения вычислительного эксперимента;
- формирование навыков формализации исследуемых техносферных объектов, и навыков моделирования и анализа результатов с помощью компьютерной техники.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» на формирование у обучающихся компетенции, представленных в таблице.

Содержание компетенции	Код компетенции	Результаты обучения
1	2	3
способностью самостоятельно получать знания, используя различные источники информации	ОК-4	<b>Знает</b> основные подходы и современные методы математического моделирования.
		<b>Умеет</b> осуществлять формализацию технического объекта для последующего поиска и выбора метода, модели, средства и языка моделирования.
		<b>Имеет навыки</b> применения основных программных средств, способен адаптироваться к применению других программных продуктов.

1	2	3
способностью к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений	ОК-5	<p><b>Знает</b> основные идеи и принципы математического моделирования; имеет представление о применимости методов моделирования при решении научных, инженерных и практических задач.</p> <p><b>Умеет</b> разрабатывать и применять математические модели технических систем различной природы, проводить системный анализ полученных решений.</p> <p><b>Имеет навыки</b> работы с учебной, технической и научной литературой.</p>
способностью самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент	ОК-9	<p><b>Знает</b> методы построения матрицы планирования эксперимента, имеет представление о линеаризации и квадратичной аппроксимации многомерных функций при моделировании в научных, инженерных и практических задачах.</p> <p><b>Умеет</b> применять линеаризацию и квадратичную аппроксимацию для представления исследуемых функций, умеет строить матрицу планирования эксперимента.</p> <p><b>Имеет навыки</b> применения линеаризации и квадратичной аппроксимации исследуемых функций, построения матрицы планирования эксперимента.</p>
способностью к творческому осмыслению результатов эксперимента, разработке рекомендаций по их практическому применению, выдвижению научных идей	ОК-10	<p><b>Знает</b> основные идеи и принципы математического планирования эксперимента, имеет представление о применимости методов моделирования при решении научных, инженерных и практических задач.</p> <p><b>Умеет</b> применять методы математического планирования эксперимента для проведения, обработки и оценивания экспериментов.</p> <p><b>Имеет навыки</b> математического планирования экспериментов.</p>
способностью создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания	ПК-9	<p><b>Знает</b> об общих методах и средствах математического моделирования технических систем и устройств.</p> <p><b>Умеет</b> строить математические модели для решения типовых задач.</p> <p><b>Имеет навыки</b> работы с компьютерными системами и программными продуктами.</p>
способностью идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные	ПК-11	<p><b>Знает</b> основные принципы и особенности применения методов математического моделирования.</p> <p><b>Умеет</b> обоснованно определять вид моделирования, подходящий для решения задачи, и строить математические модели соответствующего вида.</p> <p><b>Имеет навыки</b> работы с программными средствами общего назначения.</p>

1	2	3
данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов		

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина Б1.Б.06 «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» программы по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, профиль Пожарная безопасность (уровень магистратуры).

### 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

#### для заочной формы обучения (3 года)

Вид учебной работы	Всего часов	Курсы
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Контактная работа с обучающимися (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия	10	10
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>92</b>	<b>92</b>
<b>Вид аттестации</b>	зачет с оценкой (4)	зачет с оценкой (4)

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.**

*5.1. Разделы и темы учебной дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» и виды занятий*

Заочная форма обучения

№ п.п.	Наименование разделов и тем	Всего часов	Количество часов по видам занятия		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа
			лекции	практические		
1	2	3	4	5	6	7
<b>1 курс</b>						
1	Методологические основы моделирования	20	2	2		16
2	Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сложных систем	22		2		20
3	Моделирование методом планирования вычислительного эксперимента	24		2		22
4	Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах	24				24
5	Функциональное моделирование технических систем	14		4		10
	<b>Зачет с оценкой</b>	<b>4</b>			<b>4</b>	
	<b>Итого за 1 курс</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>92</b>
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>92</b>

**5.2. Содержание учебной дисциплины**

**Тема 1. Методологические основы моделирования**

**Лекция:** Основные понятия математической модели.

**Практическое занятие:** Синтез, анализ, оптимизация. Классификация видов моделирования.

**Самостоятельная работа:** Основы детерминированного, стохастического, математического, статистического, динамического, дискретного, непрерывного и физического моделирования.

**Рекомендуемая литература:** основная [1]; дополнительная [2, 4, 5].

**Тема 2. Формализация и алгоритмизация процесса функционирования сложных систем**

**Практическое занятие:** Основные этапы моделирования технических систем: построение описательной модели системы и её формализация.

**Самостоятельная работа:** Сущность компьютерного моделирования сложной системы. Основные требования, предъявляемые к модели: полнота, гибкость, точность. Алгоритмизация модели и её компьютерная реализация; получение и интерпретация результатов моделирования. Три основных класса ошибок моделирования: ошибки формализации, ошибки решения, ошибки задания параметров системы. Схема взаимосвязи технологических этапов моделирования.

**Рекомендуемая литература:** основная [1]; дополнительная [2, 35].

### **Тема 3. Моделирование методом планирования вычислительного эксперимента**

**Практическое занятие:** Постановка вычислительного эксперимента с моделью. Построение матрицы планирования. Модель в виде полинома для четырех факторов на двух уровнях.

**Самостоятельная работа:** Понятие исследуемого объекта в виде «чёрный ящик». Количественные и качественные факторы. Факторное пространство.

**Рекомендуемая литература:** основная [1]; дополнительная [3].

### **Тема 4. Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах**

**Самостоятельная работа:** Компонентные уравнения. Компонентные и топологические уравнения систем различной физической природы. Формирование эквивалентных схем технических устройств с однородной и гибридной структурой.

**Рекомендуемая литература:** основная [1]; дополнительная [2, 4, 5].

### **Тема 5. Функциональное моделирование технических систем**

**Практическое занятие:** Линеаризация математических моделей инерционных элементов. Понятие передаточной функции входной и выходной фазовой переменной. Типовые нелинейные элементы.

**Самостоятельная работа:** Основные положения функционального моделирования технических систем.

**Рекомендуемая литература:** основная [1]; дополнительная [3, 4, 5]

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по заочной форме обучения по дисциплине «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» используется учебно-методическое и информационное обеспечение, указанное в разделе 8 настоящей программы, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, разрабатываемые кафедрой.

Для выполнения контрольной работы обучающимися по заочной форме обучения используются методические указания по выполнению контрольной работы и варианты заданий для контрольной работы, разрабатываемые кафедрой.

## **7. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Оценочные средства дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» включают в себя следующие разделы:

1. Типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины.

2. Методику оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

*7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины*

### *7.1.1. Текущий контроль*

Текущий контроль производится посредством устного опроса во время лекции и в процессе каждого практического занятия, а также по результатам выполнения контрольной работы.

Текущий контроль осуществляется в соответствии с материалами, разрабатываемыми кафедрой, включающими: контрольные вопросы по темам дисциплины, варианты заданий для выполнения контрольной работы.

В ходе изучения учебной дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» обучающиеся по заочной форме обучения выполняют 1 контрольную работу. Контрольная работа выполняется в соответствии с требованиями методических рекомендаций по выполнению контрольных работ, разработанных кафедрой.

### *7.1.2 Промежуточная аттестация*

*Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой:*

1. Методологические основы моделирования. Основные понятия математической модели.
2. Синтез, анализ, оптимизация. Классификация видов моделирования.
3. Основы детерминированного и стохастического моделирования.
4. Основы математического и физического моделирования.
5. Основы статистического моделирования.
6. Основы динамического моделирования.
7. Основы дискретного и непрерывного моделирования.
8. Основные этапы моделирования технических систем: формализация и алгоритмизация процесса функционирования сложных систем.
9. Сущность компьютерного моделирования сложной системы.

10. Основные требования, предъявляемые к модели: полнота, гибкость, точность.
11. Алгоритмизация модели и её компьютерная реализация; получение и интерпретация результатов моделирования.
12. Три основных класса ошибок моделирования: ошибки формализации, решения, задания параметров системы.
13. Схема взаимосвязи технологических этапов моделирования.
14. Основные понятия моделирования методом планирования эксперимента.
15. Постановка вычислительного эксперимента с моделью. Матрица планирования.
16. Понятие исследуемого объекта в виде «чёрный ящик», количественные и качественные факторы. Факторное пространство.
17. Моделирование и анализ динамических процессов в технических устройствах методом эквивалентных схем.
18. Компонентные уравнения и топологические уравнения систем различной физической природы.
19. Формирование эквивалентных схем технических устройств с однородной и гибридной структурой.
20. Функциональное моделирование технических систем.
21. Линеаризация математических моделей инерционных элементов.
22. Понятие передаточной функции входной и выходной фазовой переменной. Типовые нелинейные элементы.
23. Основные положения функционального моделирования технических систем.

*7.2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся*

*Промежуточная аттестация: зачёт с оценкой*

Достигнутые результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.	не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не были объяснены принципы решения задач из контрольной работы.	<i>Оценка «2»</i> «неудовлетворительно»



<p>Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.</p>	<p>неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</p> <p>усвоены основные категории по рассматриваемым и дополнительным вопросам; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</p> <p>показано знание основных методов решения типовых задач.</p>	<p><i>Оценка «3»</i> «удовлетворительно»</p>
<p>Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p>	<p>продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</p> <p>в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</p> <p>допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;</p> <p>допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя;</p> <p>показано знание особенностей и пределов применимости типовых методов моделирования.</p>	<p><i>Оценка «4»</i> «хорошо»</p>
<p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала.</p>	<p>полно раскрыто содержание материала;</p> <p>материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</p> <p>продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;</p> <p>точно используется терминология;</p> <p>показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</p> <p>продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</p> <p>ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;</p> <p>продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;</p> <p>продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;</p> <p>допущены одна-две неточности;</p> <p>показана способность адаптировать изученные методы моделирования к не типовым задачам.</p>	<p><i>Оценка «5»</i> «отлично»</p>

## **8. Требования к условиям реализации. Ресурсное обеспечение дисциплины**

### *8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов»*

#### **Основная:**

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. 12-е изд., стер. – М.: Юрайт, 2014. – 479 с. (Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вуза.)

#### **Дополнительная:**

2. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике: Учебное пособие. – 9-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2004. – 404 с.
3. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление: Учебное пособие для втузов. Т. 1 / Н.С. Пискунов. – изд., стер. – М.: «Интеграл Пресс», 2008. – 416 с. (Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вуза.)
4. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление: Учебное пособие для втузов. Т. 2 / Н.С. Пискунов. – изд., стер. – М.: «Интеграл Пресс», 2008. – 544 с. (Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вуза.)
5. Шипачёв В.С. Высшая математика: Учебник для вузов. – 10 изд., стер. – М.: Высшая школа, 2010. – 480 с. (Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений.)

### *8.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

1. Пакет офисных программ Libre Office (свободный лиценз. договор)
2. Программа для просмотра электронных документов Adobe Reader.

### *8.3. Перечень информационно-справочных систем и баз данных*

1. Центральная ведомственная электронная библиотека МЧС России (<http://elib.mchs.ru>, ip-адрес: 10.46.0.45, интранет).
2. Электронная библиотечная система «Знаниум» (<http://www.znanium.com>).
3. Электронные научные журналы и базы данных Сибирского федерального университета (<http://libproxy.bik.sfu-kras.ru>).

4. Электронная библиотека научных публикаций eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru>).
1. Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия (<http://sibpsa.ru/personal/personal>).

#### *8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины*

Для проведения лекций используется аудитория для проведения занятий лекционного типа, оборудованная мультимедийным комплексом со средствами отображения видео и звуковой информации.

Для проведения практических занятий используются учебные аудитории семинарского типа, оснащённые мультимедийным проектором, компьютером, в дополнение – белая или меловая доска.

### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Программой дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» предусмотрены занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (практические) и самостоятельная работа обучающихся.

Цель лекционного занятия:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулирование активной познавательной деятельности обучающихся, способствование формированию их творческого мышления.

Цели практических занятий:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- овладение практическими умениями и навыками профессиональной деятельности;
- развитие абстрактного и логического мышления.

Цели самостоятельной работы обучающихся:

- углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях;
- выработка навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний;
- подготовка к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

При реализации различных видов учебных занятий для наиболее эффективного освоения дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» используются следующие образовательные технологии:

1. Технология контекстного обучения – обучение в контексте профессии, реализуется в учебных заданиях, учитывающих специфику направления и профиля подготовки; применяется при проведении занятий лекционного типа, семинарского типа, самостоятельной работе.
2. Технология электронного обучения – реализуется при выполнении учебных заданий с использованием электронной информационно-образовательной среды Академии, информационно-справочных и поисковых систем, проведении автоматизированного тестирования и т.д.; применяется при проведении занятий семинарского типа, самостоятельной работе.

### *9.1. Рекомендации для преподавателей*

Лекция является главным звеном дидактического цикла обучения. Ее цель – формирование теоретической основы для последующего усвоения обучающимися учебного материала. В ходе лекции преподаватель, применяя методы устного изложения и показа, передает обучающимся знания по основным, фундаментальным вопросам дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов».

Назначение лекции состоит в том, чтобы доходчиво, убедительно и доказательно раскрыть основные теоретические положения изучаемой науки, нацелить обучающихся на наиболее важные вопросы, темы, разделы дисциплины, дать им установку и оказать помощь в овладении научной методологией (методами, способами, приемами) получения необходимых знаний и применения их на практике.

К лекции как к виду учебных занятий предъявляются следующие основные требования:

- научность, логическая последовательность и систематичность изложения учебных вопросов;
- конкретность и целеустремленность изложения материала;
- соответствие отводимого времени значимости учебных вопросов;
- соответствие содержания лекции принципам обучения, требованиям руководящих документов;
- наглядность обучения; формирование у обучаемых потребности к самостоятельному углублению знаний;
- изложение материала с учетом достигнутого уровня знаний.

При подготовке и проведении занятий семинарского типа преподавателю, ведущему дисциплину, в первую очередь необходимо опираться на

настоящую рабочую программу, в которой определены количество и тематика практических занятий.

Для проводимых практических занятий определяются тема, цель, структура и содержание. Современные требования к преподаванию обуславливают использование визуальных и аудио-визуальных технических средств представления информации: презентаций, учебных фильмов и т.д.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине кафедрой разрабатываются методические рекомендации по организации самостоятельной работы.

При разработке заданий для самостоятельной работы необходимо выполнять следующие требования:

- отбор и изложение материала должны обеспечивать достижение целей, изложенных в квалификационной характеристике, и понимание прикладного значения данного курса для своей профессии;
- материал заданий должен методологически выстроен, осознаваем и служить средством выработки обобщенных умений;
- при составлении заданий следует формулировать их содержание в контексте специальности.

Для успешного выполнения контрольной работы обучающимися по заочной форме кафедрой разрабатываются методические рекомендации по ее выполнению.

### *9.2. Рекомендации для обучающихся*

Освоение дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» предполагает изучение теории, прежде всего в процессе самостоятельной работы и на лекционном занятии. В ходе работы с методическими рекомендациями для самостоятельной работы и литературой из пункта 8 настоящей программы, обучающийся кратко и схематично ведет конспект учебного материала, последовательно фиксируя основные положения, иллюстрации, выводы, формулировки, помечает важные мысли (подчеркиванием и знаками на полях), выделяет ключевые слова, термины. Особое внимание следует обратить внимание на «Вопросы для самоконтроля» в конце каждого учебного вопроса или темы. По вопросам, которые не ясны из прочитанного, необходимо обратиться к другой учебной литературе (пункт 8 настоящей программы).

При выполнении заданий из контрольной работы, следует руководствоваться методическими указаниями по выполнению контрольной работы, при необходимости возвращаясь к рекомендуемой литературе. При оформлении решения, настоятельно рекомендуется придерживаться образцов оформления решения, приводимых в методических указаниях. Отсканированные контрольные работы высылаются на факультет.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, учебную литературу (пункт 8 настоящей программы), материалы практических занятий. На экзамене обучающийся обязан иметь оригинал контрольной работы и должен быть готов пояснить решение любой задачи.

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные методы математического моделирования сложных техносферных объектов» разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры) профиль Пожарная безопасность.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры физики, математики  
и информационных технологий

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочей программе (*модуле*) дисциплины \_\_\_\_\_  
(*название дисциплины*)  
по направлению подготовки (*специальности*) \_\_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ учебный год

1. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

(*элемент рабочей программы*)

1.1. ....;

1.2. ....;

...

1.9. ....

2. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

(*элемент рабочей программы*)

2.1. ....;

2.2. ....;

...

2.9. ....

3. В \_\_\_\_\_ вносятся следующие изменения:

(*элемент рабочей программы*)

3.1. ....;

3.2. ....;

...

3.9. ....

*Составитель*  
*дата*

*подпись*

*расшифровка подписи*