



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

**Факультет информационных технологий**

*(наименование факультета/института)*

**Компьютерные технологии и системы**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор**

**по учебной работе и цифровизации**

\_\_\_\_\_ **В.А. Шкаберин**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**Моделирование в научных исследованиях**

\_\_\_\_\_ *(наименование дисциплины)*

**2.6.17. Материаловедение**

\_\_\_\_\_ *(код и наименование научной специальности)*

**Технические науки**

\_\_\_\_\_ *(наименование отрасли науки)*

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

\_\_\_\_\_ *(уровень образования)*

**Очная**

\_\_\_\_\_ *(форма обучения)*

**2022**

\_\_\_\_\_ *(год набора)*

**Брянск 2022**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**Моделирование в научных исследованиях***(наименование дисциплины)***2.6.17. Материаловедение***(код и наименование научной специальности)*

Разработал:

Профессор кафедры «КТС», д.т.н.,  
профессор*(должность, ученая степень, ученое звание)**(подпись)***В.И. Аверченков***(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Компьютерные технологии и системы

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«13» апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)**(подпись)***А.В. Аверченков***(И.О. Фамилия)***Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Триботехническое материаловедение и технологии материалов»

*(наименование выпускающей кафедры)*

д.т.н., профессор

*(ученая степень, ученое звание)**(подпись)***Е.А. Памфилов***(И.О. Фамилия)*

© Аверченков В.И., 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Моделирование в научных исследованиях» направлена на расширение профессионального научного кругозора аспирантов.

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение принципов построения математических моделей различных классов при проведении научных исследований на основе, как экспертных оценок, так и статистической информации, с использованием современных аналитических и вычислительных методов.

Задачи:

- знакомство с основными понятиями теории математического моделирования и основными типами моделей;
- изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования;
- выработка практических навыков исследования устойчивости и влияния структуры сил на устойчивость движения, решения задач оптимального управления;
- знакомство с качественными и приближенными аналитическими методами исследования математических моделей;
- применение математического моделирования для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем;
- исследование математических моделей физических, химических и других естественнонаучных и технических объектов, а также социальных, экономических систем.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Моделирование в научных исследованиях» является факультативной, относится к образовательному компоненту программы аспирантуры и реализуется на 2 курсе в 1 семестре.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

**Знать:**

- теоретические основы моделирования как научного метода;
- основные принципы построения математических моделей;
- классификацию моделей;
- математические модели физических, биологических, экономических и социальных явлений;
- основные методы исследования математических моделей.

**Уметь:**

- строить математические модели физических явлений на основе фундаментальных законов природы,
- анализировать полученные результаты;
- применять основные приемы математического моделирования при решении задач различной природы.

**Владеть:**

– современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования сложных систем, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом программы аспирантуры	Трудоемкость, час.	
	Всего	Семестр
		3
<b>1. Контактная работа, в том числе:</b>	36	36
1.1. Лекции	18	18
1.2. Практические занятия,	18	18
<b>2. Самостоятельная работа</b>	27	27
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	9	9
3.1. Зачет с оценкой	9	9
<b>Общая трудоемкость (з.е. 72)</b>	72	72

#### 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 2.

Таблица 2 – Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	Основные понятия и принципы математического моделирования Введение в математическое моделирование. Актуальность, цели и задачи курса. Общие вопросы моделирования. Этапы построения математических моделей.	<i>Тема № 1. Возникновение и развитие методов моделирования.</i> Понятие модели, моделирования. Классификация моделей. Роль и задачи моделирования в научном исследовании. <i>Тема № 2. Понятие математической модели.</i> Формы представления математических моделей. Методы определения математических моделей. Описания объектов моделирования. Задача корректной постановки цели моделирования. Оценка ресурсной обеспеченности для реализации целей. Решение задач в условиях информационной неопределенности. Обобщённая схема основных этапов математического моделирования.
2	Понятие об имитационном моделировании	<i>Тема № 3. Понятие имитационной модели</i> Основные этапы имитационного моделирования на ЭВМ. Требования, предъявляемые к имитационным моделям.
3	Построение концептуальной модели. Формализация моделей.	<i>Тема № 4. Определение содержательной части модели.</i> Понятие формализации. Понятие концептуальной модели. Переход от описания к блочной модели

4	Критерии оценки математических моделей	<i>Тема № 5. <u>Определение функции эффективности.</u></i> Оценка адекватности, экономичности, корректности и непротиворечивости математической модели.
5	Основные принципы моделирования и оценка состояния объектов на сигнальном уровне	<i>Тема № 6. <u>Математическое моделирование состояний на примере физических объектов.</u></i> Моделирование изменений состояний. Фазовое пространство. Гильбертово пространство. Функции отклика.
6	Основы теории планирования экспериментов	<i>Тема № 7. <u>Методы теории планирования эксперимента.</u></i> Стратегическое и тактическое планирование экспериментов. Применение современных информационных технологий при планировании.
7	Математические модели реализации случайных процессов	<i>Тема № 8. <u>Моделирование случайных объектов.</u></i> Моделирование случайных процессов. Функции распределения. Псевдослучайные последовательности и методы их генерирования. Математическое моделирование случайных воздействий на системы.
8	Методы прогнозирования физических процессов	<i>Тема № 9. <u>Принципы и классификация методов прогнозирования.</u></i> Методы экстраполяции. Параметрические методы. Экспертные методы. Сущность нормативного, экспериментального и индексного методов прогнозирования.

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий представлена в таблице 3.

Таблица 3 -Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.			
		Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Основные понятия и принципы математического моделирования. Введение в математическое моделирование. Актуальность, цели и задачи курса. Общие вопросы моделирования. Этапы построения математических моделей.	8	2	2	4
2.	Понятие об имитационном моделировании	8	2	2	4
3.	Методы преобразования математических моделей и методы их реализации.	8	2	2	4
4.	Построение концептуальной модели. Формализация моделей.	7	2	2	3
5.	Критерии оценки математических моделей	7	2	2	3
6.	Основы теории планирования экспериментов	8	2	3	3

7.	Математические модели реализации случайных процессов	9	3	3	3
8.	Методы прогнозирования физических процессов	8	3	2	3
	<b>Всего часов</b>	<b>63</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>27</b>

### 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и содержание лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	1	Основные понятия и принципы математического моделирования. Введение в математическое моделирование. Актуальность, цели и задачи курса. Общие вопросы моделирования. Этапы построения математических моделей.	2
2	2	Понятие об имитационном моделировании	2
3	3	Методы преобразования математических моделей и методы их реализации.	2
4	4	Построение концептуальной модели. Формализация моделей.	2
5	5	Критерии оценки математических моделей	2
6	6	Основы теории планирования экспериментов	2
7	7	Математические модели реализации случайных процессов	3
8	8	Методы прогнозирования физических процессов	3
Итого			18

### 5.4. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	1	Основные этапы имитационного моделирования на ЭВМ.	2
2	2	Реализации методов преобразования математических моделей на примере физических объектов и процессов.	2
3	3	Построение концептуальной и блочной модели системы	2
4	4	Оценка математических моделей. Построение функции эффективности.	2
5	5	Моделирование и оценка состояния физических	2

		объектов.	
6	6	Планирование экспериментов.	3
7	7	Математическое моделирование и реализация случайных процессов	3
8	8	Прогнозирование физических процессов	2
Итого			18

### 5.5. Самостоятельная работа аспиранта

Виды самостоятельной работы аспиранта представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Виды самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	1	Работа с литературой;
2	2	Работа с литературой;
3	3	Работа с литературой;
4	4	Работа с литературой;
5	5	Работа с литературой;
6	6	Работа с литературой;
7	7	Работа с литературой;
8	8	Работа с литературой;
10	1-8	Подготовка к зачету с оценкой

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии представленные в таблице 6.

Таблица 6 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Виды образовательных технологий
Лекции	Мультимедиа-лекция Проблемная лекция Лекция с разбором конкретных ситуаций Лекция-обсуждение
Практические занятия	Групповые дискуссии. Решение практических задач.
Самостоятельная работа	Индивидуальные исследования Технология индивидуализации обучения
Текущий контроль	Технология оценивания качества знаний на основе балльной оценки. Опрос по тематическим блокам дисциплины.
Промежуточная аттестация аспирантов	Зачет с оценкой (в устной или письменной форме).

## 7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы для текущего контроля успеваемости аспирантов.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

#### *а) основная литература:*

1) Пустынникова Е.В. Методология научного исследования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Пустынникова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 126 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71569.html>

2) Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — ISBN 5-89838-126-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/7003.html>

3) Пупков, К. А. Концептуальные понятия при изучении и постановке научных исследований по моделированию процессов управления в системах: учебное пособие / К. А. Пупков, Т. Г. Крыжановская. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 88 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31031.html>

4) Трубицын В.А. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Трубицын, А.А. Порохня, В.В. Мелешин. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 149 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66036.html>

#### *б) дополнительная литература:*

5) Основы научных исследований [Электронный ресурс] : методические указания к практическим работам для обучающихся по направлению 38.03.02 Менеджмент / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 24 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62625.html>



6) Кентбаева Б.А. Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебник / Б.А. Кентбаева. — Электрон. текстовые данные. — Алматы: Нур-Принт, 2014. — 209 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69140.html>

7) Основы технического творчества и научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.В. Пахомова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. — 80 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64156.html>

8) Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Э. Абраменков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2015. — 317 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68787.html>

9) Леонова О.В. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : методические рекомендации / О.В. Леонова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 61 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46822.html>

10) Скворцова Л.М. Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.М. Скворцова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 79 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27036.html>

## **8.2. Перечень ресурсов сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины:**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
2. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).
4. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).
5. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
6. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
7. Сайт ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения имеется следующая материально-техническая база:

— аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интер-

нет;

- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета и кандидатского экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы аспирантов.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитывать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
  - размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую

помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);

- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1. Методические рекомендации для преподавателей**

При чтении лекций должна решаться задача доступного изложения всех материалов по данной дисциплине согласно рабочей программе.

Главной задачей каждой лекции и практического занятия является раскрытие тематики и увязка с практическим применением моделирования в научных исследованиях.

При чтении лекций и проведении практических занятий целесообразно использовать опорные конспекты (систему слайдов с наглядными изображениями и тезисами лекций).

### **11.2. Методические рекомендации для обучающихся.**

Подготовку по дисциплине «Моделирование в научных исследованиях» можно разбить на несколько этапов:

- работа с литературой;
- подготовка к зачету с оценкой.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **12.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы

обучающихся. Результаты текущего контроля являются допуском к промежуточной аттестации.

### **Показатели и критерии оценивания текущих результатов освоения дисциплины**

«Зачтено» - аспирант дает полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области.

«Не зачтено» - аспирант не способен ответить на вопрос.

## **12.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации аспирантов**

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой).

### **Шкала оценивания**

Уровень знаний аспиранта определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Показатели и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Оценка «отлично» - ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «хорошо» - Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

Оценка «удовлетворительно» - допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

Оценка «неудовлетворительно» - материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

## **12.3. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **12.3.1. Вопросы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

1. Для чего и в каких случаях используется метод моделирования.

2. Назовите классификации моделей. Какие из моделей вы будете использовать в своем исследовании?
3. Моделирование. Основные этапы построения модели.
4. Какие вспомогательные методы исследования Вы будете использовать при моделировании?
6. Какие ошибки могут быть допущены при использовании метода моделирования и как их избежать?
7. Раскройте сущность методов моделирования сложных систем.
8. Опишите классификацию математических моделей по типам, свойствам и назначению.
9. Определение функции эффективности математических моделей.
10. Модель черного ящика, системы типа «вход – выход».
11. Понятие имитационной модели.
12. Требования, предъявляемые к имитационному моделированию.
13. Оценка экономичности математического моделирования.
14. Оценка адекватности математического моделирования.
15. Понятие формализации.
16. Концептуальная модель.
17. Методы планирования эксперимента и методы обработки экспериментальных данных.
18. Применение современных информационных технологий при планировании.
19. Инструментальные средства и технологии создания математических моделей.
20. Блочная модель. Переход от описания к блочной модели.
21. Понятие системы, системности. Признаки существования систем.
22. Понятие системного анализа. Задачи, решаемые методами системного анализа.
23. Математическое моделирование случайных воздействий на систему.