

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС  
Белоусов А.В.  
« 29 » 05 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Системное моделирование**

Направление подготовки:  
09.03.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)  
бакалавр

Форма обучения  
очная


Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

Белгород – 2019


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённого приказа Минобрнауки России от 19 сентября 2017 г. № 920
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: к.т.н., доцент  (А.И. Полуни)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

18 » мая 2019 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 18 » мая 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 28 » мая 2019 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПКВ-1. Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ПКВ-1.1. Знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения	Знания
		ПКВ-1.2. Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	Умения
		ПКВ-1.3. Владеет методами формализации и моделирования программного обеспечения	Навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция** ПКВ-1. Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплин
1.	Системное моделирование
2.	Теория информации
3.	Теория автоматов и формальных языков
4.	Конструирование программного обеспечения
5.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. единицы, 180 часа.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №4
Общая трудоёмкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	73	73
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Форма промежуточная аттестация	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объём

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1.	<b>Основные принципы и понятия системного моделирования</b>				
	Понятие системы, ее свойства и характеристики: целостность, членимость, чувствительность, устойчивость, наблюдаемость. Структура системы, ее виды, типы связей. Типы систем. Математическое моделирование поведения систем. Принципы математического моделирования. Математическая модель системы. Виды моделирования. Этапы разработки математической модели.	2	–	–	1
2.	<b>Методология функционального моделирования</b>				
	Методология и концептуальные положения в IDEF0. Функциональная модель: определения, контекстная диаграмма, диаграмма декомпозиции, диаграмма узлов, FEO. Каркас диаграммы. Проведение экспертизы. Инструментальные средства функционального моделирования. Диаграммы потоков данных в нотации Гейна – Сарсона, работы, внешние сущности, потоки данных. Подходы к построению диаграмм. Описание процессов в IDEF3. Диаграммы, единицы работы, связи, перекрестки, объект ссылки, декомпозиция работ.	10	–	16	24
3.	<b>Математическое моделирование технических систем</b>				
	Детерминированные модели. Число степеней свободы системы, ее координаты, обобщенные координаты. Метод сил составления уравнений поведения системы. Уравнения линейного движения, углового. Вариационные принципы механики. Использование уравнения Лагранжа второго рода для получения уравнений поведения системы. Нелинейные системы, линейные. Линеаризация нелинейных систем. Математическое моделирование поведения стохастических систем. Математическое моделирование случайных воздействий в системе. Датчики случайных чисел. Метод Монте – Карло оценки вероятностных характеристик выходных координат стохастических	10	–	14	20

	систем, метод Доступова.				
4.	Имитационное моделирование				
	Особенности имитационного моделирования. Основные этапы разработки и создания имитационной модели. Транзакты. Проверка адекватности модели, калибровка модели. Системы массового обслуживания. Моделирование с использованием системы Any Logic.	8	–	4	6
5.	Модели системной динамики и агентное моделирование				
	Особенности систем, учитываемые в моделях системной динамики и агентном моделировании. Способы построения моделей. Моделирование задач системной динамики и агентного моделирования с использованием системы AnyLogic.	4	–	–	2
	ВСЕГО	34		34	53

## 4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к лабораторным занятиям
семестр №4				
1	Методология функционального моделирования	Контекстная диаграмма в нотации IDEF0	2	2
2	Методология функционального моделирования	Диаграммы декомпозиции в нотации IDEF0	6	6
3	Методология функционального моделирования	Диаграммы «Дерево узлов» и диаграмма FEO	2	2
4	Методология функционального моделирования	Диаграммы декомпозиции в нотации DFD	4	4
5	Методология функционального моделирования	Диаграммы декомпозиции в нотации IDEF3	2	2
6	Математическое моделирование технических систем	Создание непрерывных моделей динамических систем в AnyLogic	2	2
7	Имитационное моделирование	Создание гибридных и стохастических моделей в AnyLogic	4	4
8	Математическое моделирование технических систем	Математическое моделирование поведения динамических систем в нелинейной постановке	8	8
9	Математическое моделирование технических систем	Математическое моделирование поведения динамических систем в линейной постановке	4	4
ИТОГО:			34	34

### **4.3. Содержание курсового проекта/работы**

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

### **4.4. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Учебным план включает одно расчётно-графическое задание, для выполнения которого предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента.

*Цель РГЗ:* Изучение методологий функционального моделирования, использующих пошаговые процедуры и нотации. Формирование у студентов навыков структурного анализа бизнес-процессов, необходимых для проектирования информационных систем, основанных на системном понимании деятельности заказчика.

Тема РГЗ выбирается студентом по согласованию с преподавателем. Тема может быть связана с моделированием отдельных бизнес-процессов предприятия или моделированием деятельности предприятия в целом (для малого бизнеса); тема может быть посвящена проверке остаточных знаний по ранее изученным дисциплинам - процессы выполнения лабораторных работ (например, по физике) и курсовых работ; созданию функциональных моделей процесса решения задач по дисциплинам, изучаемым параллельно с системным моделированием; описанию функционирования технических систем; описанию функционирования информационных систем (точка зрения –пользователь).

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПКВ-1.** Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПКВ-1.1. Знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения	Защита лабораторных работ, дифференцированный зачёт
ПКВ-1.2. Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита РГЗ
ПКВ-1.3. Владеет методами формализации и моделирования программного обеспечения	Защита лабораторных работ, защита РГЗ, дифференцированный зачёт

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) дифференцированного зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные принципы и понятия системного моделирования	Что такое математическая модель?
		Виды математических моделей?
2	Методология функционального моделирования	Начальный этап в разработке ИС.
		Основные подходы к моделированию деятельности предприятия.
		Процесс. Бизнес-процесс.
		CASE-технологии.
		Что такое «нотация»?
		Концептуальные положения IDEF0.
		Синтаксис языка IDEF0.
		Семантика языка IDEF0.
		Область моделирования, цель моделирования, точка зрения, временные рамки модели.
		Что включает в себя IDEF0-модель?
		Контекстная диаграмма верхнего уровня (A-0).
		Диаграмма декомпозиции.
		Родительская диаграмма, дочерняя диаграмма.
		Допустимый интервал числа работ на диаграммах.
		Что такое «порядок доминирования»?
		Отношения блоков на диаграммах (типы связей работ).
	Правила именования разветвляющихся и сливающихся стрелок.	
	Назначение туннелированных стрелок.	



		Назначение диаграммы «Дерево узлов» и диаграммы FEO.
		Назначение методологии DFD.
		Основные элементы нотации DFD.
		Сравните методологии IDEF0 и DFD.
		Назначение методологии IDEF3.
		Основные элементы нотации IDEF3.
		Сравните методологии IDEF0 и IDEF3.
		Правила создания гибридных моделей.
		Использование нотации системной динамики AnyLogic для непрерывных моделей динамических систем.
		Что такое гибридная система?
		Что такое стохастическая система?
		Какими средствами в AnyLogic моделируют поведение гибридных систем?
		Область применения системно-динамических моделей.
		Что такое «Отрицательная обратная связь», «Положительная обратная связь»?
3	Математическое моделирование технических систем	Математический аппарат, применяемый в системно-динамических моделях.
4	Модели системной динамики и агентное моделирование	Назначение агентных моделей.
5	Имитационное моделирование	Назначение дискретно-событийного моделирования.
6	Математическое моделирование технических систем	Что такое детерминированная математическая модель?
		Что такое стохастическая математическая модель?
		В чем отличие математической модели статического процесса от динамического?
		Какой математический аппарат используется для создания математических моделей статики, динамики?
		Какой физический закон используют для получения уравнений поведения технической системы в статике?
		Какой физический закон используют для получения уравнений поведения технической системы в динамике?
		Что такое система с сосредоточенными параметрами?
		Какие системы описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями?
		Силы, действующие в технической системе.
		Формулы, задающие величины сил, действующих в технических системах.
		Какие характеристики технической системы используют при составлении уравнений поведения системы в динамике?
		Метод сил составления уравнений, описывающих поведение системы.
		Что такое задачи динамики?
		Использование уравнения Лагранжа второго рода для получения уравнений динамики.
		Какие характеристики стохастической системы получают при моделировании таких систем?
		Как получают решения уравнений статики, динамики.

	Что такое оценка вероятностных характеристик выходных координат системы.
	Метод статистических испытаний.
	Линеаризация уравнений, описывающих поведение системы, по случайным параметрам.
	Метод эквивалентных возмущений. Оценка вероятностных характеристик фазовых координат системы.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Выполнение курсового проекта/курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

*Текущий контроль* проходит в течение семестра в виде выполнения, защиты лабораторных работ и одного РГЗ. Каждая лабораторная работа проходит процедуру допуска и защиты. Работа допускается к защите в том случае, если выполнены требования к её оформлению и поставленная задача решена правильно. Положительную оценку за выполненную лабораторную работу студент получает в том случае, если он выполнил все требования, предъявляемые к лабораторной работе, и защитил её. Защита лабораторных работ проводится в форме беседы с преподавателем. Для защиты необходимо выучить теоретический материал и выполнить задачу по теме защищаемой лабораторной работы. Оценивается уровень усвоения теоретического материала, а также качество разработанных программ и исходного кода.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы и задания
Лабораторная работа №1. Контекстная диаграмма в нотации IDEF0	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начальный этап в разработке информационных систем.</li> <li>2. Основные подходы к моделированию деятельности предприятия.</li> <li>3. Модели текущего и целевого состояния.</li> <li>4. Процесс. Бизнес-процесс.</li> <li>5. CASE-технологии.</li> <li>6. Что такое «нотация»?</li> <li>7. Концептуальные положения IDEF0.</li> <li>8. Синтаксис языка IDEF0.</li> <li>9. Семантика языка IDEF0.</li> <li>10. Область моделирования, цель моделирования, точка зрения, временные рамки модели.</li> <li>11. Что включает в себя IDEF0-модель?</li> <li>12. Контекстная диаграмма верхнего уровня (A-0).</li> <li>13. Каково назначение сторон блоков в методологии IDEF0?</li> <li>14. Охарактеризуйте стрелки входа, выхода, управления, механизма.</li> </ol>
Лабораторная	1.Что представляет собой IDEF0-модель?

<p>работа№2.          Диаграммы декомпозиции в нотации IDEF0</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.Что такое «функциональная декомпозиция»?</li> <li>3.Что такое «родительская диаграмма», «дочерняя диаграмма»?</li> <li>4.Как формируется ссылочный код функций?</li> <li>5.Каково ограничение на количество функций на одной диаграмме?</li> <li>6.Назовите виды отношений функций на диаграмме IDEF0?</li> <li>7.Типы стрелок.</li> <li>8.Каково назначение диаграмм «Дерево узлов» и FEO?</li> <li>9.Назначение текста и глоссария в IDEF0-моделях?</li> <li>10. Как осуществляется процесс управления моделированием?</li> <li>11. Каково назначение тоннелированных стрелок?</li> <li>12. Объясните принцип именования разветвляющихся и сливающихся стрелок.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа№3.          Диаграммы «Дерево узлов» и диаграмма FEO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково назначение диаграмм «Дерево узлов»</li> <li>2. Каково назначение диаграмм FEO?</li> <li>3. Назначение текста и глоссария в IDEF0-моделях?</li> <li>4. Как осуществляется процесс управления моделированием?</li> <li>5. Что представляет собой IDEF0-модель?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа№4.          Диаграммы декомпозиции в нотации DFD</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем назначение методологии DFD?</li> <li>2. Перечислите основные компоненты графического языка DFD.</li> <li>3. Что моделируют внешние сущности и хранилища данных?</li> <li>4. Особенности построения контекстной диаграммы в методологии DFD?</li> <li>5. Что такое «мини-спецификация» DFD-модели?</li> <li>6. В чем особенности DFD-моделирования по сравнению с IDEF0?</li> <li>7. Правила построения гибридной модели.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа№5.          Диаграммы декомпозиции в нотации IDEF3</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем назначение методологии IDEF3?</li> <li>2. Перечислите основные компоненты графического языка IDEF3.</li> <li>3. Каковы правила отображения функций в методологии IDEF3?</li> <li>4. Перечислите типы связей функций в методологии IDEF3?</li> <li>5. Каковы правила отображения связей функций в методологии IDEF3?</li> <li>6. Перечислите типы перекрестков.</li> <li>7. В чем назначение объекта ссылки?</li> <li>8. Правила декомпозиции в методологии IDEF3.</li> <li>9. Особенности построения контекстной диаграммы в методологии IDEF3.</li> <li>10. Правила построения гибридной модели.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа№6.          Создание непрерывных моделей динамических систем в AnyLogic</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое динамическая система?</li> <li>2. Каким математическим аппаратом описываются динамические системы?</li> <li>3. На какие два класса делятся дифференциальные уравнения?</li> <li>4. Какое дифференциальное уравнение называется линейным?</li> <li>5. Методы решения дифференциального уравнения?</li> <li>6. Что такое число степеней свободы системы?</li> <li>7. Каким уравнением описывается поведение точечной массы с одной степенью свободы?</li> <li>8. В чем заключается метод сил для составления дифференциальных уравнений поведения технической системы?</li> <li>9. Что такое система AnyLogic?</li> <li>10. Как задают математическую модель системы и исходные данные в AnyLogic?</li> </ol>

<p>Лабораторная работа №7. Создание гибридных и стохастических моделей в AnyLogic</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое гибридная математическая модель системы? Примеры?</li> <li>2. Какой математический аппарат используется для создания гибридных математических моделей?</li> <li>3. Как реализуют математические модели гибридных систем для расчета на ЭВМ?</li> <li>4. Что такое детерминированные и стохастические системы?</li> <li>5. Что определяют при математическом моделировании детерминированной системы, стохастической?</li> <li>5. Что такое функция плотности вероятности случайной величины, функция распределения?</li> <li>6. Характеристики случайной величины? Формулы для их записи?</li> <li>7. Как учитывают случайные факторы, действующие в стохастической системе?</li> <li>8. Для чего используется метод статистических испытаний?</li> <li>9. Недостатки метода статистических испытаний?</li> <li>10. Метод Доступова анализа стохастических систем?</li> <li>11. Как осуществляют анализ гибридных систем в AnyLogic?</li> <li>12. Как осуществляют анализ стохастических систем в AnyLogic?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №8. Математическое моделирование поведения динамических систем в нелинейной постановке</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое нелинейная математическая модель системы?</li> <li>2. Какие сложности возникают при математическом моделировании нелинейных систем?</li> <li>3. Методы анализа нелинейных систем?</li> <li>4. Что является источником нелинейностей в системе?</li> <li>5. Какой математический аппарат используют для задания нелинейности в математической модели?</li> <li>6. Как по виду математической модели системы определить линейна она или нелинейна?</li> <li>7. Какие причины могут привести к расходящемуся решению дифференциальных уравнений, описывающих поведение нелинейной системы?</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №9. Математическое моделирование поведения динамических систем в линейной постановке</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое линейная система?</li> <li>2. Что такое линейная математическая модель системы?</li> <li>3. Когда линейная математическая модель системы достаточно точно описывает поведение реальной нелинейной системы?</li> <li>4. Методы создания линейной математической модели нелинейной системы?</li> <li>5. Какие методы используют для получения решения линейной математической модели системы?</li> <li>6. Принцип суперпозиции для линейных систем?</li> </ol>

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищённой, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

**Критерии оценки РГЗ:**

Оценка	Критерии оценивания
<b>5</b>	Написанная студентом программа полностью отлажена, не имеет ошибок, пояснительная записка составлена грамотно, имеются блок-схемы и спецификации основных подпрограмм, приведены результаты работы программы и тесты.
<b>4</b>	В написанной программе имеются незначительные ошибки-артефакты при

Оценка	Критерии оценивания
	визуализации графических моделей. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
<b>3</b>	Графическая модель имеет большое количество артефактов, т.е. программа является работоспособной, но плохо отлаженной. Пояснительная записка содержит незначительные ошибки.
<b>2</b>	Написанная программа является неработоспособной, пояснительная записка не соответствует предъявляемым требованиям.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов дискретной математики
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения

принципов	построения знаний	принципы построения знаний	ения знаний, их интерпретирует и использует	знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов компьютерной графики	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов системного моделирования	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением методов системного моделирования	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением методов системного моделирования	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов системного моделирования
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

**Критерии оценки:** для получения зачёта необходимо знать теоретический лекционный материал, а также выполнить и защитить все 9 лабораторных работ и РГЗ.

Критерии оценки дифференцированного зачёта:

Оценка	Критерии оценивания
<b>5</b>	Студент полностью и правильно ответил на все вопросы в экзаменационном билете. Студент владеет теоретическим материалом, аргументированно, обоснованно и самостоятельно формулирует суждения при ответе на теоретические вопросы. Студент правильно выполнил практические задания в экзаменационном билете, верно использовал методику решения задач. Студент ответил на все дополнительные вопросы.
<b>4</b>	Студент ответил на все вопросы в экзаменационном билете, но допустил небольшие неточности. Студент продемонстрировал владение теоретическим материалом. Студент выполнил практические задания в экзаменационном билете с некоторыми неточностями, однако показал владение общей методикой решения задач. Студент ответил на большую часть дополнительных вопросов.
<b>3</b>	Студент ответил на теоретические вопросы в экзаменационном билете с существенными неточностями. Студент владеет теоретическим материалом, но при описании теории допустил незначительные ошибки. Студент выполнил практическое задание экзаменационного билета с существенными неточностями. Студент при ответах на дополнительные вопросы допустил много неточностей.

Оценка	Критерии оценивания
2	Студент при ответе на теоретические вопросы в экзаменационном билете продемонстрировал недостаточный уровень знаний. Студент допустил серьезные ошибки при решении практических задач экзаменационного билета, получив неверные ответы. Студент не ответил на большую часть дополнительных вопросов.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition».	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 20.07.2019
4	Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2013	Лицензионный договор № 63-14к от 2.07.2014
5	Среды программирования Free Pascal, Dev C++ или CodeBlocks	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

#### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. - М.: МГТУ им. Баумана, 2003.
2. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике: учебник / В. С. Зарубин; ред.: В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. - 495 с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. -М.: Физматлит, 2005.
4. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]. — М.: Логос, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>
5. Бордовский Г.А., Кондратьев А.С.и др. Физические основы математического моделирования: Учебное пособие. М.: Академия, 2005,-316с.
6. Полунин А.И. Математические модели в расчетах на ЭВМ: Учебное пособие. Белгород, БТИСМ, 1991, -94с.
7. Полунин А.И. Математическое моделирование динамических процессов в технологических системах. Конспект лекций. –Белгород: БТИСМ 1992,-54с.
8. Полунин А.И. Системное моделирование. Учебное пособие. – Белгород, им. В.Г.Шухова, 2004, – 97 с.
9. Полунин А.И., Смышляева Л.Г. Математическое моделирование: Методические указания. –Белгород: БТИСМ, 1993, -48с.
10. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем [Электронный ресурс]: учебник. — Минск: Новое знание, 2013. — 584 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4324>
11. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>
12. Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций). —Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>
13. Костюкова Н.И. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] — М.: ИНТУИТ, 2016. — 219 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73691.html>

#### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л. — Брянск: БГТУ, 2012. — 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>
2. Силич В.А. Моделирование и анализ бизнес-процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Силич В.А., Силич М.П. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. — 212 с.— Режим

доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13890>

3. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]. — М.: Логос, 2016. — 440 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>
4. Семенов М.Е. Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Е. Семенов, Н.Н. Некрасова. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 94 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72919.html>
5. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. — 271 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>3</sup>

Рабочая программа утверждена на 2020 /2021 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>4</sup>

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Поляков В.М.)  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ (Белоусов А.В.)  
подпись, ФИО

<sup>3</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>4</sup> Нужно подчеркнуть