

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени  
Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **Б.1.3.7.2 «Математическое моделирование в инженерных задачах»**

направления подготовки

#### **15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»**

Профиль «Интеллектуальные информационно-управляющие системы»

*(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)*

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 4

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 18

коллоквиумы – нет

практические занятия – 18

самостоятельная работа – 36

зачет – 4 семестр

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа - нет

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

### **Цель преподавания дисциплины:**

Формирование базовых навыков исследования технических объектов на основе их математических моделей.

### **Задачи изучения дисциплины:**

1. разумное упрощение модели, т.е. выбор необходимой и достаточной степени её подобия объекту моделирования;
2. выбор математического аппарата для построения модели;
3. составление математических соотношений, адекватно описывающих объект;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору блока Б1 дисциплин учебного плана подготовки бакалавра в соответствии с профилем «Интеллектуальные информационно-управляющие системы».

Курс «Математическое в инженерных задачах» содержательно и методологически взаимосвязан с курсами «Математика», «Физика» «Теоретическая механика».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, могут быть полезны при изучении следующих дисциплин: «Теория автоматического управления в области автоматизации производственных процессов и производств», «Электрические и гидравлические приводы».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

### **Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:**

- способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий (ПК-2);

**Знает:** аналитические и численные методы применяемые при разработке математических моделей технологических процессов.

**Умеет:** правильно подбирать математический аппарат, соответствующий особенностям исследуемого объекта или технологического процесса.

**Владеет:** навыками математического описания технических объектов.

- способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами (ПК-19);

**Знает:** математические модели применяемые при анализе и проектировании технологических процессов.

**Умеет:** выполнять декомпозицию технологического процесса на отдельные составляющие, обоснованно вводить необходимые допущения и составлять математические модели технологических процессов технологического оборудования;

**Владеет:** математическим аппаратом, применяемым при моделировании технологических процессов.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий.

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				всего	лекции	коллокви.	лаб. зан.	пр. зан.	СРС
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1	1-8	1	Общие вопросы моделирования	24	4	0	0	2	14
1	9-12	2	Моделирование технических систем и методы исследования моделей.	22	8	0	0	8	10
2	13-18	3	Основы имитационного моделирования. Современные пакеты инженерных расчетов на примере Matlab и Simulink.	26	6	0	0	8	12
<b>Итого</b>				<b>72</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>36</b>

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего о	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методич
--------	---------	----------	--	----------------

	<b>часо в</b>	<b>и</b>		<b>еское обеспеч ение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	2	1	Введение. Роль моделирования в инженерной практике. Аксиомы моделирования. Задачи моделирования. Понятия объекта, системы. Классификация математических моделей. Алгоритм построения математической модели.	[1,2,8]
1	2	2	Алгоритм построения математической модели. Проверка математической модели Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Типовые математические схемы в моделировании.	[1,2,8]
2	2	3	Линейные модели. Линеаризация нелинейных уравнений. Модели в переменных состояниях. Передаточные функции. Частотные методы исследования.	[1,2,8]
2	2	4	Моделирование существенно нелинейных объектов. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	[1,2,8]
2	4	5 -6	Оптимизационные задачи в инженерной практике. Методы многомерной оптимизации.	[1,2,8]
3	4	7-8	Имитационное моделирование. Пакет инженерных расчетов Matlab. Основы языка программирования. Стандартные функции. Расширения пакета Matlab для инженерных задач.	[3,7,8]
3	2	9	Обзор пакета Simulink. Общие сведения. Библиотеки. Создание и отладка модели.	[3,7,8]

## 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом.

## 7. Перечень практических занятий

<b>№ темы</b>	<b>Все го час ов</b>	<b>№ заня тия</b>	<b>Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии</b>	<b>Учебно- методич еское обеспече ние</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	2	1	Отработка этапов моделирования технических систем: построение описательной модели системы и её формализация. Моделирование статических систем.	[9]
2	4	2-3	Численное моделирование простых динамических систем. Составление дифференциальных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений.	[9]
2	4	4-5	Линеаризация математических моделей. Получение	[9],

			передаточных функций объектов. Частотные методы исследования.	
3	4	6-7	Моделирование динамических систем в системе Matlab.	[7,9]
3	4	8-9	Визуальное моделирование в системе Simulink.	[7,9]

### 8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1	7	Моделирование в условиях неопределенности. Формализация неопределенной информации в моделях: теория вероятности, теория нечетких множеств. Плотности распределения вероятностей случайных величин. Случайные и стохастические модели.	[5,6]
1	7	Методы вычислительной математики. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Интерполяция и экстраполяция. Аппроксимация эмпирических зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений Методы многомерной оптимизации.	[5,6]
2	5	Основные принципы планирования эксперимента. План эксперимента	[5,6]
2	5	Распределенные системы. Понятие о моделях в частных производных	[5,6]
3	12	Пакеты SimPowerSystems и SimHydraulics для моделирования силовых электрических и гидравлических систем	[5,6]

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС.

### 10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

### 11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

### 12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала, оценка способности студента применить полученные ранее знания; в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения знаний является оценка, полученная на экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. При этом руководствуются следующими критериями.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)</b>
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.
---------------------	--

Умения и навыки, приобретенные студентом оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и

	оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
неудовлетворительно	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу экзамена.

### **Вопросы для экзамена**

1. Цели и задачи математического моделирования.
2. Определения и аксиомы моделирования.
3. Виды моделирования, их особенности, достоинства и недостатки.
4. Общая классификация моделей. Математическое моделирование. Достоинства. Недостатки.
5. Классификация математических моделей.
6. Операторы модели.
7. Параметры модели.
8. Методы реализации моделей.
9. Этапы построения математических моделей.
10. Контроль правильности математических соотношений в модели.
11. Выбор и обоснование методов решения задачи.
12. Типовые математические схемы в моделировании. Примеры.
13. Проверка адекватности модели. Цели проверки. Возможные причины неадекватности. Этапы проверки.
14. Аналитические и численные методы в моделировании. Достоинства и недостатки.
15. Аппроксимация эмпирических зависимостей.
16. Основы языка Matlab.
17. Использование Simulink в моделировании систем.
18. Модели в передаточных функциях. Достоинства. Ограничения.



19. Линеаризация моделей систем.
20. Модели колебательных механических и электрических систем.  
Аналогии.
21. Модели в переменных состояниях. Матричная запись дифференциальных уравнений состояния.
22. Построение моделей динамических систем.
23. Источники случайностей в функционировании реальных физических объектов.
24. Моделирование дискретных систем

### *Контрольные задания для проверки умений и навыков*

1. Построить имитационную модель, описывающую движение упругого шара, при отскоке от твердой поверхности. Найти решения для различных сил тяготения, упругости шара и коэффициента потерь.
2. Построить систему уравнений, описывающую распределение токов и напряжений в цепи, состоящей из полупроводникового диода, резистора, конденсатора и источника переменного напряжения синусоидальной формы. Найти решения для различных амплитуд входного напряжения.
3. Построить имитационную модель, описывающую поведение подпружиненной платформы с одной вертикальной степенью свободы с установленным на ней эксцентриком с горизонтальной осью вращения. Найти решение для различных условий.
4. Построить имитационную модель маятника, подвешенного на подпружиненном стержне. Найти решения для различных начальных условий.
5. Построить имитационную модель электрического двигателя и регулятора Уатта. Найти решения для различных условий.
6. Построить математическую модель движения искусственного спутника в поле тяготения Земли. Найти решения для различных начальных условий.
7. Построить математическую модель процесса разгона ракеты в поле тяготения Земли. Найти дальность полета при различных начальных условиях.
8. Построить имитационную модель перевернутого маятника с системой управления. Найти решения.
9. Построить имитационную модель регулятора Уатта с грузами на подпружиненных стержнях. Найти закон движения.
10. Построить упрощенную модель, связывающую положение полосы металла с грузом на конце с показаниями тензорезистивных датчиков, наклеенных на полосу.

## **14. Образовательные технологии**

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента.

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов).

При выполнении практических работ студенты делятся на микрогруппы по 2-3 человека. Члены каждой микрогруппы выполняют задания и отчитываются совместно, дополняя ответы, друг друга.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

## **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

### **Основная литература**

1. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/7003>

2. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тупик Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 230 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016>

### **Дополнительная литература**

3. Дьяконов В.П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Электронный ресурс]/ Дьяконов В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 384 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8656>

4. Мастяева И.Н. Численные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мастяева И.Н., Семенихина О.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003.— 241 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11121>.

### **Интернет-ресурсы**

5. Основные Российские образовательные порталы  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) - Федеральный портал «Российское образование»  
[www.informika.ru](http://www.informika.ru) - Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций
6. Интернет - энциклопедия Wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>
7. Описание пакета Matlab и его дополнительных компонентов на русском языке <http://matlab.exponenta.ru>

### **Информационно-образовательная среда**

8. Лекции по дисциплине  
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.03.04/B.3.3.2.2/default.aspx>
9. Методические указания к практическим работам  
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.03.04/B.3.3.2.2/default.aspx>

Все лекционные и учебно-методические материалы размещены в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/MHRT/default.aspx>

### **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные и практические занятия проходят с использованием компьютеров в типовом компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

Для проведения практических занятий требуются:

- компьютерный класс с программным обеспечением (Microsoft Office 2007/2010, Matlab), рассчитанные на обучение группы студентов из 15–20 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям. Компьютеры должны работать под управлением операционной системы Microsoft Windows XP или Windows 7 с подключением к сети Internet.

Электронная библиотека вуза:

<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/mellib>

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal.sstu.ru>