

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

Кафедра «Автоматизация, управление, мехатроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М.1.1.4 «Математическое моделирование»

направления подготовки

**15.04.04 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
И ПРОИЗВОДСТВ»**

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 1

зачетных единиц – 2

часов в неделю – 2

всего часов – 72

в том числе:

лекции – 8

коллоквиумы - 2

практические занятия – 26

самостоятельная работа – 36

зачет – 1 семестр

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

Знания и умения, приобретаемые магистрантами после освоения содержания дисциплины, будут использоваться при изучении дисциплин «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств», «Планирование эксперимента», «Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы», «Интеллектуальные системы», «Автоматизация научных исследований», при курсовом проектировании и в магистерской диссертации.

Студенты должны знать математический аппарат в объеме курса по высшей математике и иметь навык практического программирования.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

ПК-16: *способностью проводить математическое моделирование процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием современных технологий научных исследований, разрабатывать алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем автоматизации и управления;*

Знает: методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на ЭВМ; существующие программные и технические средства математического моделирования; математические модели на основе дифференциальных уравнений;

Умеет: ставить и решать задачи оптимизации систем с учетом требований, предъявляемых к качеству их функционирования; выбирать наиболее эффективные пути достижения цели - построения адекватной математической модели исследуемого процесса; исследовать построенную модель на адекватность, полноту, устойчивость по входным параметрам;

Владеет: современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования сложных систем, а также методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента; численными методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений в частных производных.

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

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				всего	лекции	коллоквиум	лаб. зан.	пр. зан.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	1-8	1	Методологические основы моделирования	19	2	1	0	6	10
2	9-12	2	Моделирование технических систем	21	2	1	0	8	10
3	13-18	3	Имитационное моделирование сложных систем. Современные пакеты моделирования сложных систем на примере Matlab и Simulink.	32	4	0	0	12	16
Итого				72	8	2	0	26	36

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Основные понятия математической модели. Классификация видов моделирования. Понятие математической модели. Классификация математических моделей. Этапы построения математических моделей. Проверка адекватности математической модели.	2, 17
2	2	2	Основные положения моделирования технических систем. Линеаризация моделей. Передаточные функции. Входные и выходные фазовые переменные. Модели в переменных состояниях.	1,3, 17
3	4	3,4	Обзор пакета Matlab. Состав. Возможности. Основы языка. Визуальное моделирование в пакете Simulink. Решение типовых математических задач в пакетах Matlab и Simulink. Примеры построения моделей.	4-7, 17

6. Содержание коллоквиумов

№ тем ы	Всего часов	№ занятия	Тема коллоквиума. Вопросы.	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	1	1	Задачи моделирования. Понятия объекта моделирования. Структура и функции системы.	2, 17
2	1	1	Моделирование технических систем. Линейные и нелинейные модели. Составление уравнений, описывающих объект.	1-3, 17

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Отработка этапов моделирования технических систем: построение описательной модели системы и её формализация. Моделирование статических систем.	2, 16, 17
1	4	2-3	Численное моделирование простых динамических систем. Составление дифференциальных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений методом Эйлера	1-3, 16, 17
2	4	4-5	Линеаризация математических моделей. Получение передаточных функций объектов. Частотные методы исследования.	1-3, 16, 17
2	4	6-7	Сопоставление результатов исследования систем во временной и частотной областях на примере линейных электрических цепей.	1-3, 16, 17
3	4	8-9	Моделирование технических систем в системе Matlab.	4-7, 16, 17
3	4	10-11	Визуальное моделирование в системе Simulink.	4-7, 16, 17
3	4	12-13	Моделирование систем смешанной физической природы	4-7, 16, 17

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	10	Моделирование в условиях неопределенности. Формализация неопределенной информации в моделях: теория вероятности, теория нечетких множеств. Плотности распределения вероятностей случайных величин. Случайные и стохастические модели.	1-3,8-11, 17
2	10	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.	3, 8-11, 17
3	16	Пакеты SimPowerSystems и SimHydraulics для моделирования силовых электрических и гидравлических систем	4-7,15, 17

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [17].

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 зачете при ответе на вопросы для зачета. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
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.

Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» служит основанием для зачета знаний, умений и навыков по дисциплине с пометкой в ведомости «зачтено».

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании рассматриваемой дисциплины, 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 этого элемента компетенции, 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	5 баллов 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	4 балла 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	3 балла 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	2 балла 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 зачета.

Вопросы для зачета

1. Цели и задачи математического моделирования.
2. Определения и аксиомы моделирования.
3. Виды моделирования, их особенности, достоинства и недостатки.
4. Детерминистский и системный подходы к моделированию.
Достоинства и недостатки. Области применения.
5. Общая классификация моделей. Математическое моделирование.
Достоинства. Недостатки.
6. Классификация математических моделей.
7. Операторы модели.
8. Параметры модели.
9. Методы реализации моделей.
10. Этапы построения математических моделей.
11. Контроль правильности математических соотношений в модели.
12. Выбор и обоснование методов решения задачи.
13. Типовые математические схемы в моделировании.
14. Проверка адекватности модели. Цели проверки. Возможные причины неадекватности. Этапы проверки.
15. Непрерывно-детерминированные модели. Объекты, формальная запись.
16. Формальная модель объекта. Закон функционирования системы.
17. Структурные модели. Их особенности.
18. Численные методы в моделировании.
19. Аппроксимация эмпирических зависимостей.
20. Источники случайностей в функционировании реальных физических объектов.
21. Использование MatLab и Simulink в моделировании систем. Примеры.

22. Модели в передаточных функциях. Достоинства. Ограничения.
23. Линеаризация моделей систем.
24. Модели колебательных механических и электрических систем. Аналогии.
25. Модели в переменных состояния. Матричная запись дифференциальных уравнений состояния. Модель следящей системы с учетом особенностей объекта регулирования.
26. Модели динамических систем на примере двигателя постоянного тока.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом

Тестовые задания по дисциплине

Для проведения тестирования используются материалы, разработанные в среде AST-test.

14. Образовательные технологии

Для изучения дисциплины предусматриваются:

1. Аудиторные занятия - лекции, практические, лабораторные работы.
2. Внеаудиторные занятия — работа с ИОС СГТУ, СРС

Программное обеспечение, необходимое для изучения дисциплины:

Для выполнения практических работ - пакет Matlab+Simulink.

Для работы с ИОС - Internet Explorer.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная литература

1. [Ю.В. Быченков](#) Итерационные методы решения седловых задач [Электронный ресурс] / Ю.В. Быченков. - Москва: БИНОМ, 2010. - . - ISBN 978-5-9963-0118-8: Б. ц. Итерационные методы решения седловых задач / Ю.В. Быченков, Е.В. Чижонков. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 349 с.:
2. [Осташков В.Н.](#) Практикум по решению инженерных задач математическими методами [Электронный ресурс] / Осташков В.Н. - Москва: БИНОМ, 2013. - . - ISBN 978-5-9963-2114-8: Б. ц. Практикум по решению инженерных задач математическими методами [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Осташков.-Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 200 с.

3. [Бахвалов Н.С.](#) Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] / Бахвалов Н.С. - Москва: БИНОМ, 2013. - . - ISBN 978-5-9963-2266-4: Б. ц. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 240 с

Дополнительная литература

4. [В.П. Дьяконов](#) VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2008. - . - ISBN 5-98003-130-8: Б. ц. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование. - М.: СОЛОН-Пресс, 2008. - 384 с
5. [Кудрявцев Е.М.](#) GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - Москва: ДМК-пресс, . - . - ISBN 5-94074-219-X: Б. ц. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. - М.: ДМК Пресс. - 317 с
6. [Д.В. Алексеев.](#) Компьютерное моделирование физических задач в Microsoft Visual Basic [Электронный ресурс] / Д.В. Алексеев. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2009. - . - ISBN 5-98003-092-1: Б. ц. Д.В. Алексеев. Компьютерное моделирование физических задач в Microsoft Visual Basic - М.: СОЛОН-Пресс, 2009. - 528 с
7. [В.П. Дьяконов](#) MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2009. - . - ISBN 5-98003-209-6: Б. ц. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании. Серия "Библиотека профессионала". - М.: СОЛОН-Пресс, 2009. - 576 с:

Периодические издания

8. Современные технологии автоматизации - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9119
9. Вестник СГТУ - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib/91-mperiodizdan>
10. Автоматизация. Современные технологии - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7647
11. Мехатроника, автоматизация, управление - Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8851

Интернет-ресурсы

12. Электронный каталог «Публикации сотрудников СГТУ». <http://irbis.sstu.ru>

13. Информационно-образовательная среда СГТУ.
<https://portal.aptech.sstu.ru/> ,
14. Электронная библиотека СГТУ <http://lib.sstu.ru/>
15. Описание пакета Matlab и его дополнительных компонентов на русском языке <http://matlab.exponenta.ru>
16. Методические указания по выполнению практических работ.

Источники ИОС

17. Все лекционные и учебно-методические материалы размещены в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А.
<https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.04/m.1.1.4/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для лекционных занятий требуется типовая лекционная аудитория, оснащенная компьютером с проектором.

Электронная библиотека вуза:

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

Электронная информационно-образовательная среда:

<https://portal.sstu.ru>

Для практических занятий требуется компьютерный класс на 10 (и более) посадочных мест.

Для работы с ИОС требуется компьютерный класс на 10 (и более) посадочных мест.