

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Козорез Д.А.
«28» июня 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000147388)
Моделирование систем

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Квалификации выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Автоматизированные системы обработки информации и управления

Форма обучения очная
(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра МСиИТ

Обеспечивающая кафедра МСиИТ

Кафедра-разработчик рабочей программы МСиИТ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Экзаменов, час.	Форма промежуточ- ного контроля
5	3	108	24	24	0	60	0	Зч
Итого	3	108	24	24	0	60	0	

Москва
2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе модифицированных ФГОС ВО (3++) по направлению 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Авторы программы:

Уханова А.М.

Заведующий обеспечивающей кафедрой

МСиИТ

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой

МСиИТ

Директор выпускающего филиала

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Моделирование систем является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(УК-1.3)	Владеть навыками отбора, критического анализа и применения основных научных и специальных методов исследования объекта профессиональной деятельности

Перечисленные РО являются этапом формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	УК-1.3	Формулирует постановку задачи профессиональной деятельности на основе критического анализа информации и системного подхода

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Моделирование систем является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	История	Итоговая гос. аттестация
2	Философия	
3	Введение в авиационную и ракетно-космическую технику	
4	Химия	
5	Математическая статистика (Концепции современного естествознания)	
6	Учебная практика 1	

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Моделирование систем (5 семестр).	Введение.	2	0	0	4	6	108
	Классификация видов моделирования систем.	2	0	0	4	6	
	Элементы теории графов.	2	0	0	4	6	
	Математические схемы моделирования систем.	4	0	0	4	8	
	Формализация и	4	0	0	4	8	

	алгоритмизация процессов функционирования систем.						
	Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.	4	16	0	20	40	
	Инструментальные средства реализации моделей.	2	0	0	4	6	
	Планирование имитационных экспериментов с моделями систем.	2	0	0	4	6	
	Моделирование с использованием типовых математических схем и при исследовании и проектировании АСОИУ.	2	8	0	12	22	
Всего		24	24	0	60	108	108

3.1.Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема лекции
1	1.1.Введение.	2	Основные понятия теории моделирования систем. Объект моделирования. Стадии разработки моделей. Характеристики моделей систем. Цели моделирования.
2	1.2.Классификация видов моделирования систем.	2	Классификация видов моделирования систем.
3	1.3.Элементы теории графов.	2	Элементы теории графов.
4	1.4.Математические схемы моделирования систем.	4	Математические схемы моделирования систем.
5	1.5.Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.	4	Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем.
6	1.6.Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования.	4	Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования систем.
7	1.7.Инструментальные	2	Инструментальные средства реализации моделей.

	средства реализации моделей.		
8	1.8.Планирование имитационных экспериментов с моделями систем.	2	Планирование имитационных экспериментов с моделями систем.
9	1.9.Моделирование с использованием типовых математических схем и при исследовании и проектировании АСОИУ.	2	Моделирование с использованием типовых математических схем. Моделирование при исследовании и проектировании АСОИУ.
Итого:		24	

3.2.Содержание лекций.

1.1.1. Основные понятия теории моделирования систем. Объект моделирования. Стадии разработки моделей. Характеристики моделей систем. Цели моделирования. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

1.2.1. Классификация видов моделирования систем. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Основные виды моделирования. Детерминированные и стохастические модели. Статические и динамические, дискретные и непрерывные модели. Математическое моделирование, аналитические и имитационные модели.

1.3.1. Элементы теории графов. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Элементы графа, способы задания графа, подграфы. Цепи, циклы, связность. Деревья. Соединения сетей, цепи в сетях, потоки в сетях. Каноническое разложение сетей, подсчет числа деревьев, оценки числа графов и сетей с p ребрами.

1.4.1. Математические схемы моделирования систем. (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Построение математических моделей систем. Типовые схемы. Непрерывно - детерминированные, дискретно - детерминированные, дискретно - стохастические, непрерывно - стохастические модели. Сетевые модели. Комбинированные модели. Основные соотношения, возможные приложения.

1.5.1. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем. (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Методика разработки и машинной реализации моделей систем. Требования пользователя к модели. Этапы моделирования. Формализация модели, блочная модель. Математическая модель и математические модели процессов. Алгоритмизация. Моделирующие алгоритмы, временной принцип и принцип "особых состояний". Машинная реализация. Анализ и интерпретация результатов моделирования.

1.6.1. Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования систем. (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Сущность метода статистического моделирования. Аппаратный и алгоритмический способы получения случайных чисел. Проверка и улучшение качества псевдослучайных чисел. Моделирование случайных воздействий на системы. Статистические методы и задачи обработки результатов моделирования. Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ результатов моделирования. Анализ чувствительности модели.

1.7.1. Инструментальные средства реализации моделей. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Языки и системы моделирования. Языки имитационного моделирования и языки общего назначения. Достоинства и недостатки языков имитационного моделирования. Достоинства и недостатки языков общего назначения при моделировании систем.

1.8.1. Планирование имитационных экспериментов с моделями систем. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Основные понятия планирования эксперимента. Полный и дробный факторные эксперименты. Влияние числа уровней фактора, числа факторов и числа повторений на машинное время эксперимента. Стратегическое и тактическое планирование машинного эксперимента.

1.9.1. Моделирование с использованием типовых математических схем. Моделирование при исследовании и проектировании АСОИУ. (АЗ: 2, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Блочная конструкция модели. Моделирующий алгоритм. Особенности моделирования на базе непрерывно - стохастических моделей, синхронный и асинхронный моделирующие алгоритмы. Моделирование параллельных процессов, особенности программирования сетевых моделей. Формализация на основе комбинированных схем. Способы построения моделирующих алгоритмов. Информационные и эволюционные модели. Статические и динамические модели. Адаптивные системы. Управление в реальном масштабе времени. Прогнозирование и принятие решений. Перспективы развития машинного моделирования сложных систем.

3.3.Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1.6.Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования	4	Псевдослучайные числа. Моделирование случайных воздействий на систему.
2	1.6.Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования	4	Моделирование работы конечного автомата первого рода.
3	1.6.Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования	4	Статистическое моделирование. Корреляционный и регрессионный анализ.
4	1.6.Статистическое моделирование систем. Оценка точности и достоверности результатов моделирования	4	Статистическое моделирование. Дисперсионный анализ.
5	1.9.Моделирование с использованием типовых математически	4	Моделирование работы Y-детерминированного вероятностного автомата.

	х схем и при исследовании и проектировании и АСОИУ.		
6	1.9.Моделирование с использованием типовых математических схем и при исследовании и проектировании и АСОИУ.	4	Линейное программирование. Симплекс метод.
Итого:		24	

3.4.Содержание практических занятий

1.6.1. Псевдослучайные числа. Моделирование случайных воздействий на систему. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.2. Моделирование работы конечного автомата первого рода. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.3. Статистическое моделирование. Корреляционный и регрессионный анализ. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.6.4. Статистическое моделирование. Дисперсионный анализ. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.9.1. Моделирование работы Y-детерминированного вероятностного автомата. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

1.9.2. Линейное программирование. Симплекс метод. (А3: 4, СРС: 4)

Форма организации: Практическое занятие

3.5.Лабораторные работы

Не предусмотрено учебным планом.

3.6.Содержание лабораторных работ

3.7.Курсовые работы и проекты по дисциплине

3.8.Промежуточная аттестация

1.

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено

51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Владеть навыками отбора, критического анализа и применения основных научных и специальных методов исследования объекта профессиональной деятельности Семестр - 5

Вопросы к промежуточной аттестации

«Моделирование систем»

1. Зачет (5 семестр)

Прикрепленные файлы: Моделирование систем вопросы.docx

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а)основная литература:

1. Ильичева, В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / В. В. Ильичева. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-88814-894-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147356> (дата обращения: 13.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Александров, А. Е. Моделирование вычислительных систем : учебное пособие / А. Е. Александров, Т. Б. Аждер, И. В. Степанова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 102 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167566> (дата обращения: 13.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю. Д. Румянцев ; под ред. А. Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 256 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010185-9. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1117213> (дата обращения: 13.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

б)дополнительная литература:

1. Стефанова, И. А. Моделирование систем телекоммуникаций в системе MATLAB+Simulink : учебное пособие / И. А. Стефанова. — Самара : ПГУТИ, 2018. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182237> (дата обращения: 13.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Электронная библиотечная система "ZNANIUM.COM".	http://znanium.com
ООО "Издательство Лань"	
Электронная библиотечная система ООО "Издательство Лань".	e.lanbook.com
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ).	http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России.	http://elsau.ru
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Электронная библиотечная система eLIBRARY.	http://elibrary.ru
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт"	

ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоنت".	http://text.rucont.ru
ООО "ИВИС"	
ООО "ИВИС".	http://ivis.ru
ООО "Интегратор авторского права"	
ООО "Интегратор авторского права" IQlib.	http://www.iqlib.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Электронная библиотека диссертаций РГБ.	http://dvs.rsl.ru
Национальная электронная библиотека (НЭБ).	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Некоммерческое партнерство "Национальный Электронно-Информационный Консорциум".	http://archive.neicon.ru
Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив).	http://link.springer.com/
Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&Francis Group (архив).	http://www.tandfonline.com/
База данных GreenFile компании EBSCO.	http://www.greeninfoonline.com.
Внешнеэкономическое объединение "Академинторг"	
American Physical Society American Mathematical Society	http://publish.aps.org/ http://www.ams.org/mathscinet/index.html
ФГБУ "ГПНТБ России"	
База данных Web of Science (правообладатель - Thomson Reuters, с 03.10.2016 г. - Clarivate Analytics).	www.webofscience.com
База данных Scopus издательства Elsevier.	http://scopus.com
Springer Customer Service Center GmbH в научных и образовательных целях. Springer Nature	http://link.springer.com/ http://www.nature.com/
База данных компании EBSCO Publishing: БД CASC. БД MathSciNet via EBSCOhost .	http://search.ebscohost.com
Научные полнотекстовые журналы и книги издательства Elsevier.	http://www.sciencedirect.com http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct
РФФИ	
Научные полнотекстовые англоязычные журналы American Chemical Society.	http://pubs.acs.org.

8.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов,

обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознано работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимание его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Microsoft Windows, Microsoft Office, Kaspersky Security

10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс

Аннотация рабочей программы

Дисциплина Моделирование систем является частью Блока 1 Дисциплины дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Дисциплина реализуется на Ступино факультете «Московский авиационного института (национального исследовательского университета)» кафедрой (кафедрами) МСиИТ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: УК-1.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: развитием у студентов понимания сущности методов моделирования и оптимизации технологических процессов, получением студентами практических навыков построения и исследования моделей, описывающих различные производственные процессы

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Зачет (5 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 часов), практические (24 часов), лабораторные (0 часов) занятия и (60 часов) самостоятельной работы студента.

Прикрепленные файлы

Моделирование систем вопросы.docx

1. Основные понятия теории моделирования систем.
2. Объект моделирования. Стадии разработки моделей.
3. Характеристики моделей систем. Цели моделирования.
4. Основные виды моделирования. Детерминированные и стохастические модели. Статические и динамические, дискретные и непрерывные модели.
5. Математическое моделирование, аналитические и имитационные модели.
6. Элементы графа, способы задания графа, подграфы. Цепи, циклы, связность. Деревья. Соединения сетей, цепи в сетях, потоки в сетях.
7. Каноническое разложение сетей, подсчет числа деревьев, оценки числа графов и сетей с p ребрами.
8. Построение математических моделей систем. Типовые схемы.
9. Непрерывно - детерминированные, дискретно - детерминированные, дискретно - стохастические, непрерывно - стохастические модели.
10. Сетевые модели. Комбинированные модели. Основные соотношения, возможные приложения.
11. Методика разработки и машинной реализации моделей систем. Требования пользователя к модели.
12. Этапы моделирования. Формализация модели, блочная модель. Математическая модель и математические модели процессов.
13. Алгоритмизация. Моделирующие алгоритмы, временной принцип и принцип "особых состояний".
14. Машинная реализация. Анализ и интерпретация результатов моделирования
15. Сущность метода статистического моделирования. Аппаратный и алгоритмический способы получения случайных чисел.
16. Проверка и улучшение качества псевдослучайных чисел.
17. Статистические методы и задачи обработки результатов моделирования.
18. Корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ результатов моделирования. Анализ чувствительности модели.
19. Языки и системы моделирования. Языки имитационного моделирования и языки общего назначения.
20. Достоинства и недостатки языков имитационного моделирования. Достоинства и недостатки языков общего назначения при моделировании систем.
21. Основные понятия планирования эксперимента. Полный и дробный факторные эксперименты.
22. Влияние числа уровней фактора, числа факторов и числа повторений на машинное время эксперимента.
23. Стратегическое и тактическое планирование машинного эксперимента.
24. Блочная конструкция модели. Моделирующий алгоритм.
25. Особенности моделирования на базе непрерывно - стохастических моделей, синхронный и асинхронный моделирующие алгоритмы.

26. Моделирование параллельных процессов, особенности программирования сетевых моделей.
27. Формализация на основе комбинированных схем.
28. Способы построения моделирующих алгоритмов.
29. Информационные и эволюционные модели. Статические и динамические модели. Адаптивные системы. Управление в реальном масштабе времени.
30. Прогнозирование и принятие решений. Перспективы развития машинного моделирования сложных систем.