

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**  
 (СамГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
 решением ученого совета СамГУПС  
 (протокол от 27 марта 2019 г. №50)

## Имитационное моделирование объектов электрического транспорта рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электрический транспорт**

Учебный план 13.03.02-19-1-ЭЭб.plm.plx  
 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
 Электрический транспорт

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	72	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачеты 3
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	35,75	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18,3			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	18	18	18	18
Контактные часы	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36,25	36,25	36,25	36,25
Сам. работа	35,75	35,75	35,75	35,75
Итого	72	72	72	72

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Курунов Александр Владимирович \_\_\_\_\_

Рецензент(ы):

\_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Имитационное моделирование объектов электрического транспорта**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018г. №144)

составлена на основании учебного плана:

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Электрический транспорт

утвержден учёным советом вуза (протокол от 27.03.2019 № 50).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрический транспорт**

Протокол от 2019 г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой

Зав. выпускающей кафедрой

к.т.н., доцент Шепелин П.В. \_\_\_\_\_ 2019 г.

Регистрационный № \_\_\_\_\_ Дата регистрации \_\_\_\_\_

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Дисциплина «Имитационное моделирование» посвящена систематическому изложению общих идей и практических методов моделирования сложных систем различного назначения, функционирующих в условиях действия случайных факторов.
1.2	Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование» являются:
1.3	– формирование у студентов профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков владения математическим аппаратом имитационного моделирования для решения задач в экономической предметной области;
1.4	– воспитание культуры логических рассуждений;
1.5	– привитие элементарных практических навыков формулирования прикладных математических моделей научно-исследовательского, производственного и экономического характера, их анализа и использования для принятия управленческих решений с применением современных методов имитационного моделирования сложных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Информатика
2.1.2	Планирование эксперимента
2.1.3	Статистический анализ
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Информационные технологии в электрическом транспорте

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>ПКС-2: Способен применять математические методы сбора, систематизации, обобщения и обработки информации для обеспечения требуемого технического состояния подвижного состава электрического транспорта, подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи</b>	

Индикатор	Демонстрирует знания основных понятий и фундаментальных законов математики, применяет методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений, процессов и объектов
Индикатор	Проводит эксперименты по заданной методике и анализирует их результаты
Индикатор	Знает основы высшей математики, способен представить имитационное математическое описание процессов
Индикатор	Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях
Индикатор	Использует имитационные математические методы и модели для описания и анализа технических систем и устройств, а также для решения инженерных задач в профессиональной деятельности

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные типы имитационных математических моделей процессов и их алгоритмов; методы анализа и синтеза математических моделей процессов и систем
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	составлять концептуальные и математические модели; применять полученные знания для имитационного моделирования процессов и систем
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методикой разработки имитационных моделей для решения задач в научных и инженерных исследованиях;
3.3.2	методами оценки адекватности модели и изучаемого объекта

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Понятие компьютерного моделирования						

1.1	Свойства сложных систем. Сложная система, как объект моделирования. Прикладной системный анализ методология исследования сложных систем. Определение модели. Общая классификация основных видов моделирования. Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
1.2	Процедурно технологическая схема построения и исследования моделей сложных систем. Основные понятия моделирования. Метод статистического моделирования на ЭВМ (метод Монте-Карло). /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
	<b>Раздел 2. Сущность метода имитационного моделирования</b>						
2.1	Метод имитационного моделирования и его особенности. Статическое и динамическое представление моделируемой системы. Понятие о модель-ном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные и непрерывные имитационные модели. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
2.2	Моделирующий алгоритм. Имитационная модель. Проблемы стратегического и тактического планирования имитационного эксперимента. На-правленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Общая технологическая схема имитационного моделирования. Возможности, область применения имитационного моделирования. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
2.3	Модели системной динамики /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л3.1	0	
	<b>Раздел 3. Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.</b>						
3.1	Основные этапы имитационного моделирования. Общая технологическая схема. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Формализация имитационной модели. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
3.2	Программирование имитационной модели. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направ-ленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Анализ результатов моделирования и принятие решений. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
3.3	Технологии системного моделирования /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л3.1	0	
3.4	Технологические возможности систем моделирования /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л3.1	0	
3.5	Выбор системы моделирования /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л3.1	0	
	<b>Раздел 4. Инструментальные средства автоматизации моделирования</b>						
4.1	Языки моделирования /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л2.1	0	

4.2	Язык моделирования VBA (StarBasic) /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1Л2.1	0	
4.3	Назначение языков и систем моделирования. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Технологические возможности систем моделирования. /Лек/	3	2	ПКС-2		0	
4.4	Развитие технологии системного моделирования. Выбор системы моделирования. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
	<b>Раздел 5. Испытание и исследование свойств имитационной модели.</b>						
5.1	Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Ана-лиз чувствительности имитационной модели. /Лек/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
5.2	Планирование имитационного эксперимента /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
5.3	Верификация имитационной модели /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
5.4	Валидация данных имитационной модели /Пр/	3	2	ПКС-2	Л1.1	0	
	<b>Раздел 6. Самостоятельная работа</b>						
6.1	Подготовка к лекциям /Ср/	3	9			0	
6.2	Подготовка к практическим работам /Ср/	3	18			0	
6.3	Подготовка к зачету /Ср/	3	8,75			0	
	<b>Раздел 7. Контактные часы на аттестацию</b>						
7.1	Зачет /К/	3	0,25			0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Структура и содержание ФОС

Структура и содержание ФОС представлены в Приложении 1 к РПД

### 5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Критерии формирования оценок по результатам защиты отчета по лабораторной работе «Зачтено» – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.  
«Не зачтено» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации.

Критерии формирования оценок по результатам тестов  
Оценку «отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 90-100 % от общего объема заданных тестовых вопросов.  
Оценку «хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых вопросов.  
Оценку «удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 40-69 % от общего объема заданных тестовых вопросов.  
Оценку «неудовлетворительно» (0 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 39 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам защиты расчетно-графической работы  
«Зачтено» – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие расчетно-графическую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в которой отражены все необходимые результаты проведенных расчетов без арифметических ошибок и правильно построены все необходимые графики, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

«Незачтено» – ставится за расчетно-графическую работу, если обучающийся допустил более трех грубых ошибок или четырех негрубых ошибок, либо работа выполнена обучающимся не самостоятельно.

Виды ошибок:

- грубые: неумение сделать обобщающие выводы, отсутствие знаний методик расчетов.
- негрубые: неточности в выводах, ошибки в построении схем и графиков, нарушение требований оформления.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Незачтено» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У обучающегося слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров.

Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом, данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### 5.3. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к зачету:

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем.
3. Цели математического моделирования.
4. Требования к математической модели.
5. Этапы математического моделирования.
6. Проблемы математического моделирования.
7. Классификация математических моделей по форме представления.
8. Классификация математических моделей по способу получения. Теоретические модели.
9. Классификация математических моделей по способу получения. Эмпирические модели.
10. Линейные и нелинейные математические модели. Примеры.
11. Непрерывные и дискретные математические модели. Примеры.
12. Стационарные и нестационарные математические модели. Примеры.
13. Детерминированные и стохастические математические модели. Примеры.
14. Статические и динамические математические модели. Примеры.
15. Математические модели систем с сосредоточенными и распределенными параметрами. Примеры.
16. Структурный и функциональный подходы к исследованию систем и процессов.
17. Классический подход к моделированию систем. Достоинства и недостатки.
18. Системный подход к моделированию систем. Достоинства и недостатки.
19. Стадии разработки моделей.
20. Математические модели в форме систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Область применения и базовые понятия.
21. Формирование модели СЛАУ на примере линейной электрической цепи постоянного тока.
22. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод Гаусса.
23. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод LU-разложения.
24. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Матричный метод.
25. Итерационные методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод последовательного приближения.
26. Представление системы линейных алгебраических уравнений в матричном виде и ее решение средствами пакета

Mathcad.

27. Построение модели линейной электрической цепи постоянного тока в программе Micro-CAP.
28. Анализ модели линейной электрической цепи постоянного тока в программе Micro-CAP.

3) Вопросы к экзамену:

1. Математические модели в форме нелинейных алгебраических уравнений (НАУ). Модель ВАХ нелинейного элемента.
2. Математические модели в форме НАУ. Базовые понятия.
3. Математические модели в форме НАУ. Аналитическое и численное решение.
4. Математические модели в форме НАУ. Решение методом отделения корней.
5. Математические модели в форме НАУ. Решение методом половинного деления.
6. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Область применения.
7. Математические модели в форме ОДУ. Динамические объекты и системы.
8. Математические модели в форме ОДУ. Линейная система и модель. Принцип суперпозиции.
9. Математические модели в форме ОДУ. Модель электрической RLC-цепи.
10. Математические модели в форме ОДУ. Нелинейные системы и модели.
11. Решение математических моделей в классе ОДУ. Общее и частное решения.
12. Решение математических моделей в классе ОДУ. Задача Коши.
13. Решение математических моделей в классе ОДУ. Краевая задача.
14. Классификация методов решения математических моделей в классе ОДУ.
15. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Область применения.
16. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Модель однородной двухпроводной линии.
17. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Телеграфное уравнение для двухпроводной длинной электрической линии.
18. Решение телеграфного уравнения для двухпроводной длинной электрической линии при гармоническом входном сигнале.
19. Уравнения передачи длинной линии как линейного четырехполюсника.
20. Расчет первичных и вторичных параметров двухпроводной линии.
21. Влияние поверхностного эффекта на первичные параметры линии.
22. Расчет электрической цепи с распределенными параметрами в программе Mathcad.
23. Детерминированный подход к моделированию физических систем. Допустимость детерминированной модели.
24. Стохастический подход к моделированию физических систем.
25. Числовые вероятностные характеристики случайных процессов. Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Их физический смысл.
26. Числовые вероятностные характеристики случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности.
27. Формирование стохастической математической модели.
28. Особенности моделирования случайного процесса.
29. Математические модели в форме передаточных функций. Базовые понятия.
30. Преобразование Лапласа и его свойства.
31. Передаточная функция в форме изображений Лапласа. Алгебраизация дифференциального уравнения.
32. Определение реакции объекта на входное воздействие через передаточную функцию  $W(s)$ .
33. Матричная передаточная функция линейной системы.
34. Передаточная функция и дифференциальное уравнение в операторной форме.
35. Нули и полюсы передаточной функции. Понятие характеристического полинома дифференциального уравнения.
36. Элементарные типовые динамические звенья. Пропорциональное звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
37. Элементарные типовые динамические звенья. Инерционное (апериодическое) звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
38. Элементарные типовые динамические звенья. Идеальное дифференцирующее звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
39. Элементарные типовые динамические звенья. Идеальное интегрирующее звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
40. Элементарные типовые динамические звенья. Апериодическое (инерционное) звено 2-го порядка: передаточная функция, виды переходного процесса, пример функционального элемента.
41. Математические модели во временной области. Переходная функция.
42. Математические модели во временной области. Импульсная переходная функция.
43. Математические модели в частотной области. АЧХ и ФЧХ.
44. Приемы исследования динамических (передаточных) свойств линейных динамических непрерывных систем во временной и частотной областях.

#### 5.4. Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы к зачету:

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем.

3. Цели математического моделирования.
4. Требования к математической модели.
5. Этапы математического моделирования.
6. Проблемы математического моделирования.
7. Классификация математических моделей по форме представления.
8. Классификация математических моделей по способу получения. Теоретические модели.
9. Классификация математических моделей по способу получения. Эмпирические модели.
10. Линейные и нелинейные математические модели. Примеры.
11. Непрерывные и дискретные математические модели. Примеры.
12. Стационарные и нестационарные математические модели. Примеры.
13. Детерминированные и стохастические математические модели. Примеры.
14. Статические и динамические математические модели. Примеры.
15. Математические модели систем с сосредоточенными и распределенными параметрами. Примеры.
16. Структурный и функциональный подходы к исследованию систем и процессов.
17. Классический подход к моделированию систем. Достоинства и недостатки.
18. Системный подход к моделированию систем. Достоинства и недостатки.
19. Стадии разработки моделей.
20. Математические модели в форме систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Область применения и базовые понятия.
21. Формирование модели СЛАУ на примере линейной электрической цепи постоянного тока.
22. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод Гаусса.
23. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод LU-разложения.
24. Методы решения моделей в форме СЛАУ. Матричный метод.
25. Итерационные методы решения моделей в форме СЛАУ. Метод последовательного приближения.
26. Представление системы линейных алгебраических уравнений в матричном виде и ее решение средствами пакета Mathcad.
27. Построение модели линейной электрической цепи постоянного тока в программе Micro-CAP.
28. Анализ модели линейной электрической цепи постоянного тока в программе Micro-CAP.

### 3) Вопросы к экзамену:

1. Математические модели в форме нелинейных алгебраических уравнений (НАУ). Модель ВАХ нелинейного элемента.
2. Математические модели в форме НАУ. Базовые понятия.
3. Математические модели в форме НАУ. Аналитическое и численное решение.
4. Математические модели в форме НАУ. Решение методом отделения корней.
5. Математические модели в форме НАУ. Решение методом половинного деления.
6. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Область применения.
7. Математические модели в форме ОДУ. Динамические объекты и системы.
8. Математические модели в форме ОДУ. Линейная система и модель. Принцип суперпозиции.
9. Математические модели в форме ОДУ. Модель электрической RLC-цепи.
10. Математические модели в форме ОДУ. Нелинейные системы и модели.
11. Решение математических моделей в классе ОДУ. Общее и частное решения.
12. Решение математических моделей в классе ОДУ. Задача Коши.
13. Решение математических моделей в классе ОДУ. Краевая задача.
14. Классификация методов решения математических моделей в классе ОДУ.
15. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Область применения.
16. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Модель однородной двухпроводной линии.
17. Математическое моделирование систем с распределенными параметрами. Телеграфное уравнение для двухпроводной длинной электрической линии.
18. Решение телеграфного уравнения для двухпроводной длинной электрической линии при гармоническом входном сигнале.
19. Уравнения передачи длинной линии как линейного четырехполюсника.
20. Расчет первичных и вторичных параметров двухпроводной линии.
21. Влияние поверхностного эффекта на первичные параметры линии.
22. Расчет электрической цепи с распределенными параметрами в программе Mathcad.
23. Детерминированный подход к моделированию физических систем. Допустимость детерминированной модели.
24. Стохастический подход к моделированию физических систем.
25. Числовые вероятностные характеристики случайных процессов. Математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. Их физический смысл.
26. Числовые вероятностные характеристики случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности.
27. Формирование стохастической математической модели.
28. Особенности моделирования случайного процесса.
29. Математические модели в форме передаточных функций. Базовые понятия.
30. Преобразование Лапласа и его свойства.
31. Передаточная функция в форме изображений Лапласа. Алгебраизация дифференциального уравнения.



32.	Определение реакции объекта на входное воздействие через передаточную функцию $W(s)$ .
33.	Матричная передаточная функция линейной системы.
34.	Передаточная функция и дифференциальное уравнение в операторной форме.
35.	Нули и полюсы передаточной функции. Понятие характеристического полинома дифференциального уравнения.
36.	Элементарные типовые динамические звенья. Пропорциональное звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
37.	Элементарные типовые динамические звенья. Инерционное (апериодическое) звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
38.	Элементарные типовые динамические звенья. Идеальное дифференцирующее звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
39.	Элементарные типовые динамические звенья. Идеальное интегрирующее звено: передаточная функция, пример функционального элемента.
40.	Элементарные типовые динамические звенья. Апериодическое (инерционное) звено 2-го порядка: передаточная функция, виды переходного процесса, пример функционального элемента.
41.	Математические модели во временной области. Переходная функция.
42.	Математические модели во временной области. Импульсная переходная функция.
43.	Математические модели в частотной области. АЧХ и ФЧХ.
44.	Приемы исследования динамических (передаточных) свойств линейных динамических непрерывных систем во временной и частотной областях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Кол-во	Издательс	Эл. адрес
Л1.1	Акопов А. С.	Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата	10	Москва: Юрайт, 2015	

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Кол-во	Издательс	Эл. адрес
Л2.1	Макарова И. С., Безроднова О. А.	Информатика. Основы программирования на языке QBasic: метод. указ. к вып. лаб. работ для студ. спец. 190300.65 ПС очн. и заоч. форм обуч.	1 Электро нное издание	Самара: СамГУП С, 2012	ftp://172.16. 0.70/Method Ukaz/

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Кол-во	Издательс	Эл. адрес
Л3.1	Лаврусъ О. Е., Кайдалова Л. В.	Математическое моделирование систем и процессов. Ч. 3. Задачи сетевого планирования. Методы статистической обработки результатов: практикум для обуч. по спец. 23.05.04 Эксплуатация ж. д., специализ. № 1 Магистральный трансп. очн. формы обуч.	1 Электро нное издание	Самара: СамГУП С, 2017	ftp://172.16. 0.70/Method Ukaz/

### 6.3 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Пакет Microsoft Office или LibreOffice
---------	--

#### 6.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Лекционная аудитория на 75 и более посадочных мест и компьютерный класс (25 и более посадочных мест) для проведения лабораторных занятий; неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающегося.
-----	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

елью методических рекомендаций для обучающихся является обеспечение оптимальной организации процесса изучения дисциплины и выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины необходимо начинать с предварительного ознакомления с рабочей программой дисциплины. Прежде всего, необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами, сформулированными в данной дисциплине, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Программой предусмотрены теоретические занятия (лекции), лабораторные работы и расчетно-графическая работа. Теоретические занятия проводятся в составе потока, лабораторные занятия – в составе подгруппы.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕОРЕТИЧЕСКИМ (ЛЕКЦИОННЫМ) ЗАНЯТИЯМ**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных тем нарушают последовательность восприятия содержания последующих тем дисциплины, что не позволяет глубоко усвоить предмет. Поэтому контроль за систематической работой обучающихся всегда находится в центре внимания преподавателя, ведущего данную дисциплину. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

Обучающимся рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- вести конспектирование учебного материала; в рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект предыдущей лекции, поскольку изучение последующих тем дисциплины опирается на знания, полученные по ранее рассмотренным темам. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основному учебнику по данной дисциплине. Если изучение изложенного материала самостоятельно вызывает затруднения, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Нельзя оставлять «белых пятен» в освоении отдельных тем дисциплины;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Целью лабораторных занятий является усвоение обучающимися теоретических основ изучаемой дисциплины.

Лабораторные занятия включают самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики выполнения лабораторных работ. Некоторые лабораторные содержат элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Обучающимся рекомендуется:

- при подготовке к очередному лабораторному занятию по лекциям, учебникам и литературным источникам проработать теоретический материал соответствующей темы занятия;
- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую работу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

**ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ**

Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к зачету включает повторение лекционного материала, учебной литературы и учебно-методической литературы. При необходимости обучающиеся консультируются с преподавателем.