

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)  
Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.А. Галкин

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ»**

направление подготовки / специальность

**27.03.04 – Управление в технических системах**

направленность (профиль) подготовки

**Управление и информатика в технических системах**

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Идентификация и диагностика систем» (ИиДС) является формирование у студентов знаний по:

- основам конструкторско-технологического обеспечения производства систем управления;
- конкретным методам проектирования и конструирования;
- технологии изготовления и наладке основных разновидностей современных технических средств систем управления.
- средствам автоматизации проектирования и конструирования, тенденциям развития конструкций и их элементов.

Задачи: научить студентов работать с экспериментальными данными и представлять их в требуемой форме, выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств, применять современные методы и средства разработки, проектирования и исследования систем и технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Идентификация и диагностика систем» относится к дисциплинам по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Математика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Теория автоматического управления», «Программирование и основы алгоритмизации».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
1	2	3	4
ПК-1 Способен выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	ПК-1.1. Знает методики проведения и обработки результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств. ПК-1.2. Умеет анализировать действующие методики проведения экспериментов и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Знание приемов проведения экспериментов при помощи программных средств, методов практического использования современных компьютеров для поиска, обработки информации. Умение выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с	Тестовые вопросы

	<p>ПК-1.3. Владеет навыками выполнения экспериментов и обработки полученных результатов.</p>	<p>применением современных информационных технологий и технических средств. Владение навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля, навыками проверки технического состояния оборудования.</p>	
<p>ПК-2 Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления</p>	<p>ПК-2.1. Знает методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления. ПК-2.2. Умет применять стандартные программные средства и методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления. ПК-2.3. Владеет навыками выполнять вычислительные эксперименты в соответствии с выбранными стандартными средствами.</p>	<p>Знание особенностей применения различных методов и алгоритмов при решении задач, базовых концепций технологий программирования, основных этапов и принципов создания программного продукта. Умение применять современные методы и средства разработки, проектирования и исследования систем и технологий. Владение профессиональными навыками и методами разработки, проектирования и исследования.</p>	<p>Тестовые вопросы</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, **180** час.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Цели и задачи. Классификация объектов идентификации	7	1	2					
2	Технические средства идентификации и диагностики	7	2	2				8	
3	Классификация задач теории систем управления. Описание и анализ непрерывных линейных систем управления	7	3	2		4	2	4	
7	Задачи анализа непрерывных линейных систем управления. Решение уравнений	7	4	2				8	
4	Классификация математических моделей объектов управления и методов их построения	7	5	2				3	
5	Линейные статические и динамические непрерывные параметрические модели	7	6	2		4		6	
6	Модель в виде импульсных, динамических нелинейных и нестационарных систем	7	7	2		4		6	Рейтинг-контроль 1
8	Классификация методов идентификации.	7	8	2				6	

	Аналитический метод идентификации								
9	Метод Симою и идентификация динамического объекта управления по импульсной характеристике	7	9	2				3	
10	Идентификация динамических объектов управления частотными методами	7	10	2				6	
11	Идентификация объекта управления методом регрессионного и корреляционного анализов	7	11	2		4		6	
12	Адаптивные алгоритмы идентификации	7	12	2				6	Рейтинг-контроль 2
13	Идентификация объекта управления на основе планирования эксперимента	7	13	2		4		6	
14	Диагностические и функциональные модели	7	14	2				6	
15	Условия работоспособности объекта	7	15	2				3	
16	Методы обнаружения возникшей неисправности	7	16	2				3	
17	Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей	7	17	2				6	
18	Средства технической диагностики	7	18	2		2	2		Рейтинг-контроль 3
Всего за семестр				36		18	4	90	ЭКЗАМЕН
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				<b>36</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>90</b>	<b>Экзамен</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общие вопросы идентификации и диагностики систем

Тема 1. Цели и задачи идентификации и диагностики систем;

Тема 2. Классификация объектов идентификации;

Тема 3. Технические средства идентификации и диагностики;

Тема 4. Виды тестовых сигналов;

Раздел 2. Математические основы моделирования систем управления

Тема 1. Основные понятия теории систем управления;

Тема 2. Классификация задач теории систем управления и предмет теории идентификации систем;

Тема 3. Описание и анализ непрерывных линейных систем управления с помощью дифференциальных уравнений. Описание сигналов; Описание систем управления; Описание типовых звеньев систем управления;

Тема 4. Задачи анализа; Решение уравнений;

Тема 5. Классификация математических моделей объектов управления и методов их построения.

### Раздел 3. Идентификация систем управления

Тема 1. Классификация методов идентификации; Аналитический метод идентификации; Экспериментально-аналитический метод идентификации. Метод Симою;

Тема 2. Идентификация динамического объекта управления по импульсной характеристике; Идентификация динамических объектов управления частотным методом; Аппроксимация сложных объектов – замена на несколько ТДЗ;

Тема 3. Идентификация объекта управления методом регрессионного анализа; Идентификация объектов управления методом корреляционного анализа; Адаптивные алгоритмы идентификации;

Тема 4. Общие принципы; Алгоритм Роббинса–Монро; Алгоритм Качмажа; Алгоритм Бунича;

Тема 5. Идентификация объекта управления на основе планирования эксперимента; Задачи теории планирования; Используемые в планировании модели; Алгоритм синтеза модели методом ПФЭ; Проверка статистической значимости выборочных коэффициентов регрессии; Проверка адекватности;

### Раздел 4. Диагностика систем

Тема 1. Диагностические модели; Модели дискретных объектов; Функциональные модели;

Тема 2. Анализ работоспособности; Условия работоспособности объекта;

Тема 3. Обнаружение возникшей неисправности; Признаки наличия неисправности в объекте; Методы обнаружения возникшей неисправности; Примеры обнаружения неисправностей в электронных и автоматических системах; Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей;

Тема 4. Средства технической диагностики. Устройства определения работоспособности. Средства обнаружения возникших неисправностей. Автоматизированные диагностические системы.

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

1. Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов (2 часа).
2. Анализ качества, интервальное оценивание и точечный прогноз модели множественной линейной регрессии (4 часа).
3. Идентификация, прогноз и графическое представление в нелинейных регрессионных моделях (4 часа).
4. Регрессионные модели с фиктивными объясняющими переменными (4 часа).

5. Анализ качества и прогнозирование *модели* временных рядов (4 часа).

### **Работа в форме практической подготовки**

1. Анализ непрерывных линейных систем управления.
2. Средства технической диагностики.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1 Текущий контроль успеваемости**

#### ***Рейтинг-контроль 1***

1. Что определяется при идентификации технических объектов?
2. В чем состоит задача идентификации?
3. Какой параметр определяется следующей формулой:
4. Из каких состояний складывается множество состояний технической системы?
5. Как называют объекты идентификации, при подаче на вход которых постоянного воздействия на выходе получают установившуюся реакцию?
6. Как называют объекты идентификации, при подаче на вход которых постоянного воздействия на выходе получают сигнал, изменяющийся с постоянной скоростью или ускорением?
7. Как называют объекты идентификации, по числу входных и выходных сигналов имеющие один вход и один выход?
8. Как называют объекты идентификации, по числу входных и выходных сигналов имеющие несколько входов и (или) выходов?
9. Как называют объекты идентификации, у которых процессы возмущений являются неслучайными функциями времени?
10. Как называют объекты идентификации, у которых процессы возмущений являются случайными функциями, описываемыми в терминах законов распределения?
11. Какое из технических средств идентификации и диагностики позволяет получать сигналы различной формы?
12. Какое из технических средств идентификации и диагностики позволяет получать пониженное напряжение промышленной частоты 50 Гц высокой мощности?
13. Какой принцип используется электронным усилителем с транзисторами в ключевом режиме при генерации прямоугольного напряжения или напряжения сложной формы?
14. Какие датчики используются в качестве первичных измерительных преобразователей в технических средствах идентификации и диагностики?
15. Какой сигнал используется в качестве входного у электронного вольтметра?
16. Какой метод используется в работе цифрового анализатора спектра?
17. Какой метод используется в работе приборов, предназначенных для измерения параметров времени?
18. В какой области исследований для идентификации используется ступенчатая функция?
19. В какой области исследований для идентификации используется импульсный сигнал?

20. В какой области исследований для идентификации используется гармонический сигнал?
21. Какой получится переходный процесс, если обеспечить период повторения меньше длительности переходного процесса?
22. При каких параметрах  $C$  и  $(\tau)$  в случае идентификации реакция импульсного тестового сигнала ближе к действительной импульсной характеристике?
23. С какой целью при идентификации используют гармонический тестовый сигнал?
24. С какой частотой при идентификации случайным тестовым сигналом требуется выполнять измерения входного и выходного сигнала?
25. Какой параметр используется в контуре обратной связи функциональной схемы управляющего устройства системы управления?
26. Что используют при описании импульсных воздействий?
27. Как называют систему управления, если входной сигнал известен как некоторая функция времени?
28. Как называют систему управления, если входной сигнал известен и коэффициенты модели постоянны?

### ***Рейтинг-контроль 2***

1. Как называют принцип, используемый при решении уравнений, когда выходной сигнал, вызванный суммой внешних воздействий, равен сумме выходных сигналов, обусловленных каждым из воздействий в отдельности?
2. Какие методы построения математических моделей базируются на имеющейся информации о структуре системы и знаниях о физических основах процессов, протекающих в ее элементах? Какие методы построения математических моделей дают приближенное описание, основанное на упрощенных представлениях о структуре системы?
3. Как называют эксперимент, при котором система функционирует в естественных условиях, а экспериментатор фиксирует изменение входного воздействия и выходной реакции?
4. Каким сигналом активный эксперимент допускает воздействие на вход системы?
5. Какие методы служат для определения числовых значений параметров заданной структуры?
6. Как называют тип моделей объектов управления, в которых свойства реального объекта представляются характеристиками вещественного объекта той же или аналогичной природы?
7. Как называют тип моделей объектов управления, имеющие один вход и один выход?
8. Как называют тип моделей объектов управления, если его выходное воздействие однозначно определяется структурой объекта и входными воздействиями и не зависит от неконтролируемых случайных факторов?
9. Как называют объект, если для него справедлив принцип суперпозиции?
10. Как называют объект, если его реакция на одинаковые входные воздействия не зависит от времени приложения этих воздействий, т.е. параметры такого объекта не зависят от времени?
11. Как называют модели, которые описывают динамическое поведение системы с  $n$  степенями свободы, характеризующиеся  $n$  координатами, называемыми координатами состояния?
12. Как называют модель объектов управления, являющаяся представлением математической модели всей системы, в целом, как совокупности относительно более простых



моделей отдельных элементов и блоков объекта?

13. Как называют модель объектов управления, у которой связь между входными и выходными сигналами системы описывается уравнениями с запасом энергии?
14. Как называют модель объектов управления, если коэффициенты уравнения зависят от времени?
15. Кем было введено понятие состояния в области теории управления в 60-х годах XX века?
16. Записать в строчку с пробелом уравнения, характеризующие модель системы в пространстве состояний, используя следующие обозначения:  $X$  - вектор состояния;  $\dot{X}$  - вектор производных переменных состояния;  $A$  - матрица состояния, квадратная, размерностью  $n \times n$ ;  $B$  - матрица управления;  $U$  - вектор управления;  $Y$  - вектор наблюдения;  $H$  - матрица наблюдения.
17. Что используют для определения импульсной переходной функции по передаточной функции системы?
18. Что используют для определения передаточной функции системы по импульсной переходной функции?
19. Как называют совокупность всех точек, принадлежащих АФЧХ?
20. Какая характеристика определяет реакцию системы в комплексе на гармонические воздействия разной частоты (привести аббревиатуру)?
21. Как называют модель нелинейной системы, если нелинейность в таком объекте можно описать степенным рядом
22. Как называют модель нелинейной системы, если поведение такого объекта можно описать с помощью бесконечного функционального ряда?
23. Что является конечной целью идентификации при использовании модели в форме функционального ряда Вольтерра?
24. Что является основным требованием к базисным функциям, при разложении в обобщенный ряд Фурье?
25. Какой метод используется при вычислении коэффициентов обобщенного ряда Фурье?
26. Каким конечным числом членов разложения ограничиваются при задании допустимой погрешности аппроксимации по методу обобщенного ряда Фурье?
27. Как можно назвать алгоритм, реализующий модель процесса и воспроизводящий процесс функционирования системы во времени на ЭВМ?
28. На какой тип возмущения реакцией объекта является график изменения во времени выходного сигнала объекта называемый экспериментальной кривой разгона?
29. Что используют для определения коэффициентов  $K$  и  $T_0$  дифференциального уравнения типового звена при экспериментально-аналитическом методе идентификации?
30. Как называют при рассмотрении два последовательных "единичных скачка", когда первый имеет значение  $(+1)$ , а второй  $(-1)$ ?

### ***Рейтинг-контроль 3***

1. Какой принцип является основой решения задач оптимального управления процессами, описываемыми системами обыкновенных дифференциальных уравнений?
2. Как называются условия, которые определяют "граничные" условия для присоединенной системы?
3. Как называется функция  $U$ , если  $U$  - это подмножество пространства управлений, которое может быть определено?
4. Как по-другому может называться вектор управления?

5. Что такое техническая диагностика?
6. В каком режиме диагностика называется функциональным техническим диагностированием?
7. Почему Формула Байеса неточно отражает реальное положение при постановке диагноза  $D_i$ ?
8. Чем определяется информационная ценность диагностического признака?
9. К чему в конечном счете сводится процесс идентификации объектов управления?
10. Что такое энтропия?
11. Как называют формулу, в которой априорно принято, что все диагностические признаки имеют равную вероятность появления в реальных условиях работы системы, при этом не учитывается информационная ценность того или иного диагностического признака?
12. В каком случае диагностическая модель применяется для определения отсутствия или наличия дефектов без их классификации?
13. В каком блоке осуществляется процедура принятия решения о принадлежности к тому или иному заранее определенному классу состояний?
14. Как называют измеряемые параметры, являющиеся функциями времени, переносящими информацию о состоянии диагностируемой системы?
15. Какими основными свойствами, отражающими все основные особенности сигналов должна обладать их модель?
16. Какие модели сигналов выражаются аналитическим описанием непосредственно самого сигнала?
17. Какие модели сигналов описываются вероятностными характеристиками, применяемыми при анализе случайных процессов?
18. К какому классу сигналов относится такой его информативный параметр как момент включения и отключения?
19. К какому классу сигналов относится такой его информативный параметр как начальная фаза?
20. К какому классу сигналов относится такой его информативный параметр как временное положение?
21. Что выполняют на первом этапе математической обработки при получении диагностической информации из сигналов, снимаемых с контролируемого объекта?
22. Что выполняют на втором этапе математической обработки при получении диагностической информации из сигналов, снимаемых с контролируемого объекта?
23. Что используют для выделения помехи из регулярной составляющей измеренного сигнала при их аддитивном взаимодействии?
24. Что является основным методом спектрального анализа, используемого в задачах диагностики?

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен)

### *Экзаменационные вопросы*

1. Цели, задачи, этапы идентификации систем.
2. Цели, задачи, этапы технической диагностики.
3. Аналитические и экспериментальные методы идентификации.
4. Пассивные и активные методы идентификации.
5. Параметрические и непараметрические методы идентификации.
6. Классификация объектов по характеру протекания процессов

7. Классификация объектов по установившемуся значению выходной величины.
8. Классификация объектов по количеству входных и выходных сигналов.
9. Классификация объектов по виду статической характеристики.
10. Классификация объектов по интенсивности возмущений.
11. Модели линейных непрерывных систем: ПФ, ПХ, ИХ, КЧХ, АЧХ, ФЧХ.
12. Модели линейных дискретных систем: ПФ, ПХ, ИХ, КЧХ, АЧХ, ФЧХ.
13. Рекурсивные и нерекурсивные структуры линейных дискретных систем.
14. Переход от непрерывной модели к дискретной.
15. Виды тестовых сигналов. Ступенчатый сигнал.
16. Виды тестовых сигналов. Импульсный сигнал.
17. Виды тестовых сигналов. Гармонический сигнал.
18. Виды тестовых сигналов. Случайный сигнал.
19. Технические средства идентификации и диагностики. Средства измерения возмущений и выходных реакций.
20. Технические средства идентификации и диагностики. Средства формирования тестовых сигналов.
21. Идентификация, как повторяющийся процесс поиска модели.
22. Непрерывный гармонический сигнал во временной и частотной области.
23. Дискретный гармонический сигнал во временной и частотной области.
24. Теорема Котельникова о квантовании.
25. Преобразование спектров при нарушении теоремы Котельникова.
26. Экспериментальная оценка спектра дискретного сигнала. Дискретное преобразование Фурье конечной последовательности.
27. Вероятностные характеристики случайных процессов.
28. Числовые характеристики случайных процессов.
29. Распространенные законы распределения случайных процессов. Закон равной вероятности и нормальный закон.
30. Распространенные законы распределения случайных процессов. Двухзначное и арксинусоидальное распределение.
31. Спектральные характеристики случайных процессов. Автокорреляционная функция.
32. Спектральные характеристики случайных процессов. Автоковариационная функция.
33. Спектральные характеристики случайных процессов. Спектральная плотность мощности.
34. Экспериментальная оценка корреляционной функции.
35. Экспериментальная оценка спектральной плотности мощности. Основная формула и периодограмма Уэлча.
36. Аппроксимация статических характеристик с помощью линейной и нелинейной регрессии.
37. Предсказание реакции на произвольный сигнал с помощью импульсной и комплексной частотной характеристик.
38. Корреляционный метод оценки импульсной характеристики.
39. Оценка комплексной частотной характеристики с помощью дискретного преобразования Фурье конечной последовательности.
40. Аппроксимация переходной характеристики методом Орманна.
41. Аппроксимация комплексной частотной характеристики.
42. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов передаточной функции во временной области.
43. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов непрерывной передаточной функции в частотной области.

44. Авторегрессионный метод оценки коэффициентов дискретной передаточной функции в частотной области.
45. Вывод матричного уравнения для МНК.
46. Недостаток авторегрессионного метода и путь его преодоления. Метод инструментальных переменных.
47. Оценка адекватности модели на основе параметров временных и частотных характеристик.
48. Оценка адекватности модели на основе дисперсионного анализа ошибок предсказания.
49. Общие принципы построения диагностических моделей. Условия и степень работоспособности. Установление признаков возникших неисправностей.
50. Информационные алгоритмы поиска возникшей неисправности
51. Поиск неисправности методом ветвей и границ.
52. Инженерно-логические алгоритмы поиска неисправности.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

В плане самостоятельной работы студентами в течении семестра выполняется углубленный поиск и изучение материала по одной из предлагаемых актуальных тем и выполняется курсовой проект.

#### Темы СРС

- 1 Цели и задачи. Классификация объектов идентификации
- 2 Технические средства идентификации и диагностики
- 3 Классификация задач теории систем управления. Описание и анализ непрерывных линейных систем управления
- 4 Задачи анализа непрерывных линейных систем управления. Решение уравнений
- 5 Классификация математических моделей объектов управления и методов их построения
- 6 Линейные статические и динамические непрерывные параметрические модели
- 7 Модель в виде импульсных, динамических нелинейных и нестационарных систем
- 8 Классификация методов идентификации. Аналитический метод идентификации
- 9 Метод Симою и идентификация динамического объекта управления по импульсной характеристике
- 10 Идентификация динамических объектов управления частотными методами
- 11 Идентификация объекта управления методом регрессионного и корреляционного анализов
- 12 Адаптивные алгоритмы идентификации
- 13 Идентификация объекта управления на основе планирования эксперимента
- 14 Диагностические и функциональные модели
- 15 Условия работоспособности объекта
- 16 Методы обнаружения возникшей неисправности
- 17 Принципы построения алгоритмов поиска неисправностей
- 18 Средства технической диагностики

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
<b>Основная литература*</b>		
1. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем : учебное пособие / В. М. Казиев. — 3-е изд. — Москва, Саратов, 2020. — 270 с. — ISBN 978-5-4497-0307-1.	2020	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/89425.html">https://www.iprbookshop.ru/89425.html</a>
2. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н.Н. Лычкина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 254 с. - ISBN 978-5-16-017094-7.	2021	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1709432">https://znanium.com/catalog/product/1709432</a>
3. Булыгина, О. В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 592 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014523-5.	2021	URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1192240">https://znanium.com/catalog/product/1192240</a>
4. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование : учебное пособие / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 227 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012709-5.	2019	URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1005911">https://znanium.com/catalog/product/1005911</a>
5. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9.	2019	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/115514">https://e.lanbook.com/book/115514</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Бычков, Е. Д. Основы технической диагностики телекоммуникационных систем : учебное пособие / Е. Д. Бычков. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 189 с. — ISBN 978-5-949-41260-2.	2020	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/165633">https://e.lanbook.com/book/165633</a>
2. Гиоев, З. Г. Современные методы диагностики систем электропривода : учебное пособие / З. Г. Гиоев. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2019. — 71 с. — ISBN 978-5-88814-886-0.	2019	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/140601">https://e.lanbook.com/book/140601</a>
3. Моделирование систем управления с применением Matlab : учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. ISBN: 978-5-16-010185-9	2017	<a href="http://znanium.com/catalog/product/590240">http://znanium.com/catalog/product/590240</a>
4. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2020. — 159 с. — ISBN 978-5-	2020	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170318">https://e.lanbook.com/book/170318</a>

9275-3625-2.		
5. Исследование систем управления: Учебник / Жуков Б.М., Ткачева Е.Н. - М.: Дашков и К, 2018. - 208 с.: ISBN 978-5-394-01309-2	2018	<a href="http://znanium.com/catalog/product/337801">http://znanium.com/catalog/product/337801</a> .

## 6.2. Периодические издания

1. Журнал: Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. Изд-во ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», ISSN print 2658-3488: online 2658-6436
2. Журнал: Современные технологии автоматизации. Изд-во «СТА-ПРЕСС». — ISSN 0206-975X
3. Журнал: Проектирование и технология электронных средств. Изд-во ВлГУ — ISSN печатной версии: 2071-9809

## 6.3. Интернет-ресурсы

1. IXBT – новостной сайт с разборами техники, информационных технологий и новых программных продуктов
2. Slashdot – сайт, на котором представлены новости о науке, технике и политике.
3. Computerworld Россия — сайт, где публикуются обзоры событий индустрии информационных технологий в России и в мире, а также примеры успешных внедрений информационных систем на российских предприятиях.
4. DWG — сайт для проектировщиков и инженеров, снабженный всей необходимой справочной информацией.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ В.П. Галас, к.т.н., доцент

Рецензент (представитель работодателя):

начальник лаборатории ЗАО «Автоматика» \_\_\_\_\_ В.М. Дерябин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31 08 2021 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.Н. Ланцов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
Направления «Управление в технических системах (бакалавриат)»

Протокол № 1 от 31 08 2021 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ А.Б.Градусов