

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета Бурковский А.В.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Идентификация и диагностика систем»**

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

А.В. Бурковский /В.Л. Мурзинов/

Заведующий кафедрой  
Электропривода,  
автоматики и управления в  
технических системах

В.Л. Бурковский /В.Л. Бурковский/

Руководитель ОПОП

Ю.В. Мурзинов /Ю.В. Мурзинов/

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирование основных научно-практических и общесистемных знаний в области идентификации и диагностики систем.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Изучение вопросов применения различных способов и средств идентификации и диагностики систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Идентификация и диагностика систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Идентификация и диагностика систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, по выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований, осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения этих работ.

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления
	Уметь разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Идентификация и диагностика систем» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	38	38
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
<b>Самостоятельная работа</b>	70	70
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	108 3	108 3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Экспериментальная оценка параметров статических моделей	Задача сбора экспериментальных данных. Сглаживание результатов измерений. Определение частоты съема информации. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Проверка гипотез. Полный факторный эксперимент. Статистический анализ результатов.	4	4	10	18
2	Методы идентификации систем управления	Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах. Проблема физической реализуемости. Оценка коэффициентов дифференциальных уравнений методом наименьших квадратов. Общие сведения по диагностированию систем управления.	4	4	12	20
3	Методы диагностики систем управления	Логические анализаторы. Сигнатурные анализаторы. Функциональное диагно-	4	4	12	20
4	Теоретические аспекты моделирования	Адекватность модели и объекта. Характеристика проблем и методов моделирования объектов. Этапы и принципы моделирования объектов и систем на ЭВМ.	2	4	12	18
5	Алгоритмизация процедур идентификации объектов управления	Идентификация статики линейного детерминированного объекта. Идентификация объекта моделирования при наличии случайных помех. Идентификация закона распределения случайной величины.	2	2	12	16
6	Построение моделей статики сложных многомерных объектов	Выбор существенных переменных модели объекта моделирования. Оптимальное планирование эксперимента. Метод группового учета аргументов.	2	2	12	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Элементы математической статистики.

Лабораторная работа №2. Построение линейной регрессионной модели с помощью полного факторного эксперимента.

Лабораторная работа №3. Исследование методов оценки параметров моделей.

Лабораторная работа №4. Исследование релаксационных алгоритмов идентификации.

Лабораторная работа №5. Исследование адаптивных алгоритмов идентификации.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.	Может самостоятельно использовать основные методы идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.	Может самостоятельно разрабатывать алгоритмы идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.	Может самостоятельно использовать методологию выбора методов идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления	Может самостоятельно использовать основные методы идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем	Может самостоятельно разрабатывать алгоритмы идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	Может самостоятельно использовать методологию выбора методов идентификации и диагностировании систем управления.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать отдельные разделы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем			
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Что называют идентификацией систем?
2. Какие основные этапы включает процедура идентификации?
3. Перечислите основные подходы к решению задачи идентификации.
4. Дайте определения моделей и запишите формулы, выражающие их взаимные связи (для непрерывных и дискретных систем): а) дифференциальное уравнение (разностное уравнение); б) передаточная функция; в) амплитудная частотная, фазовая частотная, комплексная частотная характеристики.
5. Какие существуют пути перехода от непрерывной модели к дискретной и обратно?
6. В чем отличия пассивных и активных методов идентификации?
7. Объясните разницу между параметрическими и непараметрическими методами идентификации. В чем их преимущества и недостатки?
8. Как временные характеристики могут использоваться в качестве модели системы (для предсказания реакции на произвольный входной сигнал)?
9. Какие модели называются моделями с конечной импульсной характеристикой?
10. Что такое корреляционная функция?
11. Как связаны корреляционные функции для входа и выхода с импульсной характеристикой системы?
12. Что такое дисперсия, какой параметр сигнала она характеризует?
13. Изобразите автокорреляционную функцию белого шума, гармонического сигнала, постоянного сигнала.
14. Перечислите основные модели, применяемые для идентификации на основе типовых передаточных функций.
15. Изложите суть авторегрессионного метода идентификации.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Дельта –функция Дирака является

- a. импульсной переходной характеристикой
- b. переходной характеристикой звена
- c. импульсным сигналом с единичной площадью
- d. производной функции Хевисайда

1) a                      2) b                      3) a, d                      4) a, d                      5) c, d

2. Выходной сигнал элемента при входном воздействии типа функции Хевисайда является

- a. переходной функцией системы
- b. весовой функцией системы
- c. автокорреляционной функцией системы
- d. свободным движением системы
- e. реакцией элемента на единичный входной сигнал

1) a                      2) b                      3) a, d                      4) a, e                      5) b, e

3. Весовая функция элемента это:

- a. реакция системы на постоянный входной сигнал
- b. реакция элемента на единичный импульсный сигнал
- c. обратное преобразование Лапласа от передаточной функции
- d. прямое преобразование Лапласа от импульсного входного сигнала
- e. реакция элемента на дельта функцию Дирака

1) b                      2) b, c                      3) b, c, e                      4) b, e                      5) b, d, e

4. Переходная характеристика

- a. является производной от весовой характеристики
- b. является обратным преобразованием Лапласа от передаточной функции элемента
- c. является интегралом от весовой характеристики

1) a                      2) b                      3) c                      4) a, b                      5) b, c

5. Дисперсия случайного процесса является характеристикой:

- a. уровня, на котором колеблется случайный процесс
- b. скорости изменения случайного процесса во времени
- c. ширины коридора колебания случайного процесса
- d. уровня связи предыдущего значения случайного процесса с последующими

1) a                      2) b                      3) c                      4) d                      5) c, d

6. Ширина коридора колебания случайной величины равна

- a. дисперсии случайной величины
- b. величине случайной ошибки
- c. по правилу «трех сигм» равна 6 сигмам случайной величины

1) a                      2) b                      3) c                      4) a, d                      5) b, c

7. Приближенное значение СКО случайного процесса равно

- a. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 2
- b. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 3
- c. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 4
- d. ширине коридора колебания случайной величины, деленному на 6

1) a                      2) b                      3) c                      4) d                      5) c, d

8. Равномерный случайный процесс

- a. имеет равномерное значение изменения случайного процесса во времени
- b. имеет колоколообразную дифференциальную функцию распределения
- c. имеет прямоугольную дифференциальную функцию распределения
- d. имеет сигмоидальную интегральную функцию распределения

1) a                      2) a, c,                      3) b, d                      4) c, d                      5) c, e

- e. имеет линейную интегральную функцию распределения

9. Автокорреляционная функция случайного процесса является характеристикой:

- a. распределения мощности случайного процесса по частоте
- b. уровня, на котором колеблется случайный процесс
- c. скорости изменения случайной величины во времени
- d. уровня связи предыдущего значения случайного процесса с последующими

1) a                      2) a, b                      3) d                      4) c, d                      5) a, c, d

10. Корреляционная функция белого шума является:

- a. постоянной величиной
- b. совершает гармонические колебания
- c. падает на величину высокочастотной составляющей и далее остается постоянной
- d. падает до 0 при первом значении  $\Delta t$

1) a, b                      2) a,                      3) d                      4) c, d                      5) c



7. Коэффициент регрессии значим если:
- величина оценки превышает величину доверительного интервала
  - оценка удовлетворяет t-критерию
  - оценка удовлетворяет хи – квадрат критерию
  - оценка удовлетворяет F - критерию
- 1) a, b                      2) b                      3) a, c                      4) a, d
8. Для построения доверительного интервала среднего, коэффициента корреляции используется
- t-критерий
  - хи – квадрат критерий
  - F - критерий
- 1) a                      2) b                      3) c                      4) a, b                      a, b, c
9. Основное уравнение дисперсионного анализа
- устанавливает связь между оценкой параметра модели и надежностью его определения
  - позволяет определить обусловленную регрессией сумму квадратов отклонений
  - позволяет определить коэффициент множественной корреляции
  - позволяет определить часть дисперсии, которая описывается математической моделью
- 1) a                      2) b                      3) b, c                      4) a, d, c                      5) b, c, d
10. Значение коэффициента множественной корреляции
- находится в диапазоне от  $-1$  до  $+1$
  - находится в диапазоне от  $0$  до  $1$
  - находится в диапазоне  $(0 - 1)$ , умноженному на число входных факторов
- 1) a                      2) b                      3) c

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- Что называют идентификацией систем?
- Назовите основные этапы процедуры идентификации.
- Назовите основные подходы к решению задачи идентификации.
- Каким образом осуществляется регуляризация некорректно оставленных задач идентификации?
- Назовите отличия пассивных и активных методов идентификации.
- Как еще можно получить модель, не прибегая к идентификации?
- Когда целесообразно применять оперативные методы идентификации?
- Преимущества и недостатки активного и пассивного экспериментов?
- Пример динамической модели линейного стационарного многомерного объекта?
- Пример динамической нелинейной одномерной модели?
- Пример статической нелинейной одномерной модели?
- Перечислите известные Вам виды математических моделей линейных динамических систем.
- Основы полного факторного эксперимента. Кодирование факторов, свойства матрицы планирования.
- На каких принципах базируется методика ПФЭ?
- Дайте понятие основного уровня, интервала варьирования.

### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 20 баллов

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Задача сбора экспериментальных данных. Сглаживание результатов измерений. Определение частоты съема информации. Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Проверка гипотез. Полный факторный эксперимент. Статистический анализ результатов.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
2	Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах. Проблема физической реализуемости. Оценка коэффициентов дифференциальных уравнений методом наименьших квадратов. Общие сведения по диагностированию систем управления.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
3	Логические анализаторы. Сигнатурные анализаторы. Функциональное диагно-	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
4	Адекватность модели и объекта. Характеристика проблем и методов моделирования объектов. Этапы и принципы моделирования объектов и систем на ЭВМ.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
5	Идентификация статики линейного детерминированного объекта. Идентификация объекта моделирования при наличии случайных помех. Идентификация закона распределения случайной величины.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
6	Выбор существенных переменных модели объекта моделирования. Оптимальное планирование эксперимента. Метод группового учета аргументов.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Идентификация и диагностика систем: учебное пособие / Коновалов В.И. Доступ : <http://aics.ru/files/subi/90/IDS.doc>.
2. Петько, В.И. Методы идентификации нелинейных динамических объектов / В.И. Петько. - Минск : , 2016. - 139 с. Доступ: <https://e.lanbook.com/book/90455>.
3. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Элементы математической статистики». Доступ: <http://aics.ru/files/subj/90/Met ukaz lb Proverka gipotez 2008.doc>
4. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. - 592 с. - ISBN 978-5-16-011996-0. Доступ: <http://znanium.com/catalog.php-bookinfo 773106>
3. Таблицы распределений. Доступ: <http://aics.ru/files/subj/90/1.tif>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007
- Microsoft Office Power Point 2007

- АBBYY FineReader 9.0
- программа Matlab
- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ
- <https://wiki.cchgeu.ru/>
- <http://www.iprbookshop.ru/>.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебные лаборатории:

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет.

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

По дисциплине «Идентификация и диагностика систем» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;

	<ul style="list-style-type: none"><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.