

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Механико-математический факультет



УТВЕРЖДАЮ
Декан механико-математического
факультета
Захаров А.М.

2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Дифференциальные уравнения

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль подготовки

«Микро-и нанoeлектроника, диагностика нано-и биомедицинских систем»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Саратов, 2023

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Курдюмов В.П.		01.06.23
Председатель НМК	Тышкевич С.В.		01.06.23
Заведующий кафедрой	Дудов С.И.		01.06.23
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» являются:

- а) знакомство с основными типами дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений;
- б) освоение способов решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений;
- в) знакомство с различными математическими моделями, связанными с дифференциальными уравнениями;
- г) выработка навыков использования полученных знаний в исследовательской и прикладной деятельности;
- д) подготовка студентов к освоению дисциплин, изучаемых на старших курсах;
- е) выработка способности приобретать новые и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» (Б1.О.10) относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП бакалавриата направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиля «Микро-и наноэлектроника, диагностика нано-и биомедицинских систем».

На ее изучение отводится 144 часа (68 часов аудиторной работы, 40 часов СР, 36 часов контроль). Согласно учебному плану направления и профиля подготовки данный курс в третьем семестре заканчивается экзаменом.

При освоении «Дифференциальные уравнения» требуются глубокие знания по курсам «Математический анализ», «Алгебра и геометрия». В успешном освоении дисциплины «Дифференциальные уравнения» важное значение имеет владение основными фактами дифференциального и интегрального исчисления, теории функциональных рядов, методами исследования линейных алгебраических систем.

Полученные в курсе «Дифференциальные уравнения» знания необходимы при изучении дисциплин «Методы математической физики», «Комплексный анализ», спец. курсов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» являются:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	1.1_Б.ОПК-1. Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов 2.1_Б.ОПК-1. Аргументированно применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера 3.1_Б.ОПК-1. Использует знания физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности.	Знать: основные типы дифференциальных уравнений и постановку задачи Коши для них, примеры приложения дифференциальных уравнений в прикладных вопросах, дифференциальные уравнения 1 порядка, нормальные системы дифференциальных уравнений, линейные дифференциальные уравнения, линейные системы дифференциальных уравнений, дифференциальные свойства решений, устойчивость решений, современные тенденции в развитии информатики; возможности прикладных информационных технологий. Уметь: профессионально решать классические задачи, встречавшиеся в курсе «Дифференциальные уравнения». Адаптировать имеющиеся технологии для решения конкретных практических задач; применять современные информационно-коммуникационные технологии в инженерной деятельности. Владеть: навыками практического использования математического аппарата данного курса для решения конкретных задач; навыками анализа результатов применения ПО; навыками конструирования программ обучения математике; навыками адаптации существующих программ в инженерной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины «Дифференциальные уравнения»
 Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия		СР	Контроль	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 семестр									
1.	Дифференциальные уравнения 1 порядка	3	1-3	4	4		6		Консультации, контроль домашнего задания.
2.	Задача Коши для нормальной системы ДУ	3	4-6	6	6		6		Консультации, проверка домашнего задания.
3.	Теория линейных ДУ n-порядка	3	7-8	4	4		6		Консультации, контроль домашнего задания.
4.	Теория линейных систем ДУ	3	9-10	4	4		6		Консультации, контроль домашнего задания.
5.	Устойчивость решений системы ДУ.	3	11-12	4	4		6		Консультации, контроль домашнего задания.
6.	Уравнения в частных производных.	3	12-13	6	6		6		Консультации, контроль домашнего задания.
7.	Интегральные уравнения	3	13-14	3	3		2		Консультации, контроль домашнего задания.
8.	Элементы вариационного исчисления.	3	14-15	3	3		2		Консультации, контроль домашнего задания. Контрольная работа (15 неделя)
9.	Промежуточная аттестация	3	-	-	-	-	-	36	Экзамен
10.	Общая трудоемкость дисциплины - 144 часа			34	34	0	40	36	

**Содержание разделов учебной дисциплины
Семестр 3**

Раздел 1. Дифференциальные уравнения 1 порядка. Общие понятия. Примеры задач, описываемых ДУ. Простейшие ДУ: уравнения с разделяющимися переменными,

однородные ДУ, линейные ДУ, уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий множитель.

Раздел 2. Задача Коши для нормальной системы ДУ. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Метод Пикара. Зависимость решения от параметров. Непрерывность и дифференцируемость. Зависимость от начальных условий. Системы высшего порядка и их связь с системами 1 порядка.

Раздел 3. Теория линейных ДУ n-порядка. Определитель Вронского. Критерий фундаментальности системы решений однородного уравнения. Теорема существования фундаментальной системы решений (ф.с.р.). Общее решение неоднородного уравнения. Формула Остроградского - Лиувилля. Теорема единственности. Метод вариаций произвольных постоянных. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера построения ф.с.р. Нахождение частного решения по виду правой части уравнения. Уравнение Эйлера.

Раздел 4. Теория линейных систем ДУ. Векторная форма записи. Задача Коши для матричного уравнения. Матрициант. Матричная экспонента. Нахождение матрицианта в простейшем случае.

Раздел 5. Устойчивость решений системы ДУ. Определение устойчивости решений системы ДУ. Критерий устойчивости линейной системы.

Раздел 6. Уравнения в частных производных. Уравнения в частных производных 1 порядка. Линейные однородные ДУ. Задача Коши.

Раздел 7. Интегральные уравнения. Теоремы существования решений интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра II рода. Альтернатива Фредгольма.

Раздел 8. Элементы вариационного исчисления. Формулировки задач классического вариационного исчисления (ВИ). Основные задачи современного ВИ. Необходимые условия слабого локального минимума простейшего ВИ.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При проведении лекционных и практических занятий предусматривается использование информационных технологий.

Использование информационных технологий осуществляется, в частности, в процессе реализации активных и интерактивных форм проведения занятий.

При чтении лекций в качестве материала, иллюстрирующего возможности математического моделирования в различных ситуациях, активно используются примеры из практики обработки данных в процессе исследований в предметной области. Информационные и интерактивные технологии используются при обсуждении проблемных и неоднозначных вопросов, требующих выработки решения в ситуации неопределенности.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 % аудиторных занятий.

Особенности проведения занятий для граждан с ОВЗ и инвалидов

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации учебного процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию студентов могут проводиться в письменной форме. Основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов проводится в форме изучения и анализа лекционного материала, изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подбора дополнительных источников для извлечения научно-технической информации, связанной с проблемами, изучаемыми в рамках данной дисциплины и решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях, подготовки к промежуточной аттестации.

Самостоятельная аудиторная работа студентов проводится в форме самостоятельного решения задач на практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; проведения контрольной работы; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лекциях и практических занятиях; поиска и устранения ошибок, заложенных в представлении материала преподавателем и допущенных другими студентами.

Текущий контроль усвоения дисциплины ««Дифференциальные уравнения»» проводится в форме устных опросов на лекционных и практических занятиях, разбора и обсуждения решаемых задач на практических занятиях, проверки выполнения домашних заданий и контрольной работы.

Варианты контрольных работ

Вариант 1.

1. Решить уравнение: $y' + y \operatorname{tg} x = \cos^2 x$.
2. Найти кривые, для которых площадь треугольника, образованного касательной, ординатой точки касания и осью абсцисс, есть величина постоянная, равная a^2 .
3. Решить задачу Коши: $(x^2 + y^2)y' = 2xy$; $y(1) = 1$.

Вариант 2.

1. Решить уравнение: $y' = \frac{x + y - 2}{3x - y - 2}$.
2. Решить задачу Коши: $y' + y \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos x}$, $y(0) = 1$.
3. Решить уравнение: $y' + 2y = y^2 e^x$.

Вариант 3.

1. Решить уравнение: $e^{-y} dx - (2y + xe^{-y}) dy = 0$.
2. Решить уравнение: $yy'^3 + x = 1$.
3. Решить уравнение: $y = xy'^2 - 2y'^3$.

Вариант 4.

1. Решить уравнение: $\left(y - \frac{1}{x}\right) dx + \frac{dy}{y} = 0$.
2. Решить уравнение: $xy' - y = \ln y'$.
3. Найти кривую, каждая касательная, к которой образует с осями координат треугольник площади $2a^2$.

Вариант 5.

1. Решить уравнение: $y^{(4)} + 16y = 0$.

2. Решить уравнение: $y'' - 9y = e^{3x} \cos x$.

3. Являются ли данные функции линейно зависимыми на отрезке $[0,1]$: $x, 3x - x^2, x^3$.

Вариант 6.

1. Решить уравнение: $y^{(4)} + 2y'' + y = 0$.

2. Решить уравнение: $y'' + y = \frac{2}{\cos^3 x}$.

3. Являются ли данные функции линейно зависимыми на отрезке $[-1,1]$: $x, |x|, x^2$.

Вариант 7.

1. Построить функцию Грина для краевой задачи:

$$y'' + y' = f(x), \quad y(0) = 0, \quad y'(1) = 0.$$

2. Решить систему уравнений:
$$\begin{cases} \dot{x} = x - y + z \\ \dot{y} = x + y \\ \dot{z} = 3x + z \end{cases}, \quad \text{если } \lambda_1 = 1, \lambda_{2,3} = 1 \pm 2i.$$

3. Исследовать на устойчивость нулевые решения системы:

$$\begin{cases} \dot{x} = x^2 + y^2 - 2x, \\ \dot{y} = 3x^2 - x + y. \end{cases}$$

Вариант 8.

1. Решить систему уравнений:
$$\begin{cases} \dot{x} = 2x - 3y, \\ \dot{y} = x - 2x + 2\sin t. \end{cases}$$

2. Исследовать на устойчивость нулевые решения системы:

$$\begin{cases} \dot{x} = \sqrt{4 + 4y} - 2e^{x+y}, \\ \dot{y} = \sin 2x + \ln(1 - 4y). \end{cases}$$

Промежуточная аттестация по дисциплине ««Дифференциальные уравнения»» проводится в форме экзамена.

Темы самостоятельной работы

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальной системы.
2. Интегрирование уравнений с разделяющимися переменными.
3. Интегрирование однородных дифференциальных уравнений.
4. Теорема об интегрировании линейных уравнений 1-го порядка.
5. Уравнения в полных дифференциалах.
6. Интегрирующий множитель.
7. Критерий фундаментальности системы решений для линейного уравнения n-го порядка.
8. Метод Эйлера.
9. Метод Лагранжа.
10. Интегрирование уравнения Эйлера.
11. Метод неопределенных коэффициентов.
12. Линейные системы дифференциальных уравнений 1-го порядка. Задача Коши.
13. Метод Эйлера решения уравнения $Y' = A(x)Y$.
14. Матричная экспонента.
15. Понятия устойчивости по Ляпунову уравнению $Y' = F(x, Y)$.
16. Асимптотическая устойчивость решения. Примеры.
17. Устойчивость для случая A - постоянная матрица.
18. Устойчивость возмущенной системы.
19. Линейные уравнения с частными производными. Пример задачи Коши.
20. Свойства 1-го интеграла характеристической системы уравнений.

21. Решение задачи Коши.

Примеры домашних самостоятельных работ

Вариант 1.

1. Решить уравнение: $(x^2 + 1)y' - 2xy = (1 + x^2)^2$.

2. Решить уравнение: $y'' + y = \frac{1}{\sin x}$.

3. Решить уравнение: $\begin{cases} \dot{x} = 2x - y + 2e^t, \\ \dot{y} = 3x - 2y + 4e^t, \end{cases}$

Вариант 2.

1. Решить уравнение: $y' + ye^x = e^{2x}$.

2. Решить уравнение: $y'' + 4y = 2tgx$.

3. Решить уравнение: $\begin{cases} \dot{x} = -x - 2y + 2e^{-t}, \\ \dot{y} = 3x - 4y + e^{-t}. \end{cases}$

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Теорема об общем интеграле уравнения с разделяющимися переменными.
2. Теорема об общем интеграле однородного уравнения.
3. Теорема об общем интеграле уравнения в полных дифференциалах.
4. Нахождение интегрирующего множителя для уравнения первого порядка.
5. Решение линейного уравнения первого порядка.
6. Теорема существования и единственности решения локальной задачи Коши для системы уравнений первого порядка.
7. Теорема о дифференцируемости решения системы уравнений первого порядка.
8. Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от параметров для системы уравнений первого порядка.
9. Критерий линейной независимости системы решений линейного однородного уравнения n-порядка.
10. Теорема о свойствах уравнений, имеющих одну и ту же фундаментальную систему решений.
11. Теорема об общем решении линейного однородного уравнения.
12. Теорема Остроградского – Лиувилля для линейного однородного уравнения n-порядка.
13. Теорема об общем решении линейного неоднородного уравнения n-порядка.
14. Метод вариаций произвольных постоянных нахождения решения линейного неоднородного уравнения n-порядка.
15. Метод неопределенных коэффициентов нахождения частного решения линейного неоднородного уравнения n-порядка.
16. Решение уравнения Эйлера.
17. Критерий фундаментальности системы решений векторного уравнения.
18. Формула Остроградского – Лиувилля для системы решений векторного уравнения.
19. Теорема об общем решении линейного неоднородного векторного Уравнения.
20. Теорема о решении задачи Коши для матричного уравнения.
21. Теорема об общем решении линейного однородного векторного уравнения, выраженном через фундаментальную матрицу матричного уравнения.
22. Метод вариации произвольных постоянных задачи Коши для неоднородного линейного векторного уравнения.
23. Теорема о сходимости матричной экспоненты.
24. Теорема о нахождении матрицианта.
25. Краевая задача для линейного уравнения второго порядка. Собственные значения и собственные функции этой задачи.

26. Построение функции Грина краевой задачи для линейного уравнения второго порядка.

27. Определение устойчивости и асимптотической устойчивости для линейных систем. Критерий устойчивости для стационарных систем.

28. Критерий асимптотической устойчивости для стационарных систем.

29. Теорема существования и единственности решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра II рода.

30. Альтернатива Фредгольма.

31. Основные задачи современного ВИ.

32. Теорема о необходимом условии слабого локального минимума простейшей задачи ВИ.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

3 семестр

номер семестра

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	10	0	20	10	0	20	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента 3 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Критерии оценки:

- не более 50% от числа занятий в семестре – 0 баллов,
- от 51% до 60% – 2балл;
- от 61% до 70% – 4 балла;
- от 71% до 85% – 6 балла;
- от 86% до 99% – 8 балла;
- 100% занятий – 10 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Практические занятия

Посещаемость и активность на занятиях – 0 до 20 баллов за семестр

Критерий оценки:

Посещаемость – от 0 до 5 баллов

Ответ и/или решение примеров у доски – от 0 до 2 баллов за занятие.

Самостоятельная работа

Выполнение домашнего задания - от 0 до 10 баллов.

Критерий оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом всех домашних заданий – 10 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 70%) – 7 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполненных заданий – не менее 50%) – 5 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа – от 0 до 20 баллов.

Критерий оценки:

- при полностью правильном и своевременном выполнении студентом контрольной работы – 20 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполнено – не менее 70%) – 15-19 баллов;
- при частично правильном выполнении (правильно выполнено – не менее 50%) – 10-14 баллов;
- в остальных случаях – 0 – 9 баллов.

Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации в семестре – экзамен; количество баллов – от 0 до 40.

Экзамен проводится в письменной форме в виде ответов на вопросы билета и два дополнительных вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации. Билет содержит два вопроса из перечня вопросов к промежуточной аттестации.

Критерий оценки ответа на каждый вопрос при проведении промежуточной аттестации:

- на вопрос дан правильный, полный, развернутый ответ (допускаются незначительные погрешности) – 9-10 баллов;
- на вопрос дан правильный, но неполный ответ (например, при доказательстве теоремы, изложении метода отсутствуют отдельные логические шаги; допущена ошибка при вычислении; имеются другие неточности) – 6-8 баллов;
- на вопрос дан краткий ответ, содержащий только верно сформулированные факты (допускаются незначительные погрешности) – 5 баллов;
- в остальных случаях – 0 баллов.

Ранжирование оценок промежуточной аттестации:

31-40 баллов – ответ на «отлично» / «зачтено».

21-30 баллов – ответ на «хорошо» / «зачтено».

11-20 баллов – ответ на «удовлетворительно» / «зачтено».

0-10 баллов – ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено».

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Дифференциальные уравнения» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Дифференциальные уравнения» в оценку (экзамен):

85-100 баллов	ответ на «отлично» / «зачтено»
71-84 баллов	ответ на «хорошо» / «зачтено»
61-70 баллов	ответ на «удовлетворительно» / «зачтено»
0-60	ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено»

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
«Дифференциальные уравнения»**

а) основная литература:

1. Гуревич А.П. Основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений: учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. /А.П. Гуревич, В.В. Корнев.- Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2013. – 176 с.: ил. ISBN 978-5-292-04217-4

2. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения [Текст]/Б.П. Демидович, В.П. Моденов. – Москва: Лань, 2021. – 288 с. – (Классическая учебная литература по математике). – ISBN 978-5-8114-0677-7:Б.ц. (ЭБС ЛАНЬ)

3. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения: учеб. пособие / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. - 2-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2006. - 275, с.

4. Федорюк М.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения/М.В. Федорюк. - 3-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2003. - 447, с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Операционная система Windows 7, или более поздняя версия.

2. Microsoft Office Word.

3. Microsoft Office Excel.

4. Microsoft Office PowerPoint.

5. <http://library.sgu.ru>.

6. <http://lib.mexmat.ru>.

7. А.П. Гуревич, В.В. Корнев «Основы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Часть 1»- http://library.sgu.ru/uch_lit/611.pdf.

8. В.П. Курдюмов, В.С.Рыхлов «Избранные лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям» <http://www.sgu.ru/files/nodes/20114/ildu.pdf>.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Дифференциальные уравнения»

Для проведения занятий по дисциплине «Дифференциальные уравнения», предусмотренной учебным планом ООП, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- учебная аудитория с обязательным наличием специализированной доски, мела (маркера), проектора и пр., с возможностью размещения всех обучающихся;
- специализированные классы, предназначенные для проведения практических занятий;
- библиотечный фонд, укомплектованный печатными изданиями, перечисленными в разделе 8 в необходимом количестве;
- электронная библиотека;
- специально оборудованные помещения для самостоятельной работы обучающихся с компьютерным оборудованием и доступом к сети Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки «Микро-и наноэлектроника, диагностика нано-и биомедицинских систем».

Автор: доцент кафедры дифференциальных уравнений и математической экономики Курдюмов В.П.

Программа актуализирована на заседании кафедры дифференциальных уравнений и математической экономики от 01 июня 2023 года, протокол № 30.