

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

2023 г.

Рабочая программа дисциплины
Дифференциальные уравнения в частных производных и системы
дифференциальных уравнений

Специальность:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Отрасль науки: физико-математические; технические

Форма обучения: *очная*

Год начала подготовки -2022

Карачаевск, 2023

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Лайпанова З.М.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 уч. год.

Протокол № 10 от 30.06. 2023 г.

Заведующий кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент



Лайпанова З.М.

Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля)	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
4. Распределение трудоемкости дисциплины	5
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	5
5.2. Содержание по видам учебных занятий	6
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	6
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	6
7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
8.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	12
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	14
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
11. Лист регистрации изменений	15

Дисциплина «Дифференциальные уравнения в частных производных и системы дифференциальных уравнений» базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов после получения высшего профессионального образования, для качественного усвоения дисциплины аспирант должен знать математический анализ, математическое моделирование, уметь пользоваться научной литературой, иметь навыки работы на персональном компьютере.

1. Наименование дисциплины (модуля)

Дифференциальные уравнения в частных производных и системы дифференциальных уравнений.

Целью Освоение методов исследования и решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, описывающих различные технологические процессы естествознания, техники и экономики.

Задачи для достижения поставленной цели:

- получить представление о солитонах, коммутативных кольцах дифференциальных операторов;
- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- сформировать умения нахождения условий коммутирования дифференциальных операторов;
- получить представление о роли коммутативных колец дифференциальных операторов в нелинейной теории.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

ЗНАТЬ:

1. Основные методы научно-исследовательской деятельности.
2. Основные направления, проблемы, теории и методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития.
3. Основные тенденции развития в соответствующей области науки
4. Современные источники информации (интернет — базы данных) в области профессиональных помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения

УМЕТЬ:

1. Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.
2. Формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии; использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений.
3. Осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки с учетом специфики направления подготовки

ВЛАДЕТЬ:

1. Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
2. Навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.
3. Методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

4. Учебная дисциплина «Дифференциальные уравнения в частных производных и системы дифференциальных уравнений» входит в образовательный компонент образовательной программы высшего образования в аспирантуре и является обязательной дисциплиной. Изучается в 1 семестре. Индекс в учебном плане 2.1.9.

4. Распределение трудоемкости дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет **2** ЗЕТ.

Объем дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)	8
Аудиторная работа (всего):	
в том числе:	
лекции	4
семинары, практические занятия	4
практикумы	
Лабораторные работы	
Внеаудиторная работа:	
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	
курсовое проектирование	
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	64
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
			Аудиторные уч. занятия			Самост. работа
		Всего	Лек.	Пр/сем.	Лаб.	

1.	Основные понятия.	36	2	2		32
2.	Уравнения первого порядка	36	2	2		32
Всего по видам учебных занятий		72	4	4		64

**5.2. Содержание по видам учебных занятий
ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ**

Раздел, тема, содержание темы дисциплины		Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля	
			Всего	Аудиторные уч. занятия				Сам. раб.
				Лек.	Пр.	Лаб.		
РАЗДЕЛ 1. Основные понятия.								
1	Основные понятия. Уравнения, интегрируемые в квадратурах.	18	2			16	Решение задач	
РАЗДЕЛ 2.								
2	Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения интегрируемые в квадратурах	18		2		16	Решение задач	
3	Задача о траекториях	18		2		16	Решение задач	
4	Задача Коши, достаточные условия существования и единственности решения задачи Коши, понятие о граничной задаче, общее решение, частное решение, особое решение	18	2			16	Решение задач	
Всего по видам учебных занятий		72	4	4		64		

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Помимо рекомендованной основной и дополнительной литературы, в процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться следующими методическими материалами:

Методические материалы находятся в открытом доступе на кафедре математического анализа и в ауд. №27.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Текущий и промежуточный контроль качества усвоения знаний по дисциплине «Дифференциальные уравнения в частных производных и системы дифференциальных уравнений» проводится в форме опроса в процессе и в форме тестирования.

Итоговый контроль проводится в форме зачета.

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

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

Вопросы к экзамену по курсу «Уравнения с частными производными».

1. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных однородных уравнений.
2. Уравнения в частных производных первого порядка. Построение общего решения линейных неоднородных и квазилинейных уравнений.
3. Уравнение переноса вещества потоком воздуха.
4. Классификация уравнений в частных производных второго порядка (случай двух независимых переменных, $n = 2$). Приведение уравнения к каноническому виду. Уравнение характеристик.
5. Канонический вид уравнения гиперболического типа ($n = 2$).
6. Канонический вид уравнения параболического типа ($n = 2$).
7. Канонический вид уравнения эллиптического типа ($n = 2$).
8. Канонические формы уравнений с постоянными коэффициентами ($n = 2$).
9. Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Постановка краевых условий. Вывод граничных условий, описывающих упругое закрепление концов струны (стержня).
10. Свободные колебания неограниченной струны. Формула Даламбера. Свойства решений волнового уравнения на прямой.
11. Вынужденные колебания неограниченной струны.
12. Волновое уравнение на полупрямой. Метод продолжения. Однородное условие Дирихле (условие Неймана, условие 3 рода) границе $x=0$.
13. Задача Штурма-Лиувилля. Свойства собственных чисел и собственных функций.
14. Задача Штурма-Лиувилля, одномерный случай: $X''(x) + cX(x) = 0$, $0 < x < 1$, $X(0) = X(1) = 0$.
15. Решение задачи о свободных колебаниях ограниченной струны с жестко закрепленными концами (первая краевая задача) методом Фурье. Условия существования классического решения. 16. Вынужденные колебания ограниченной струны с жестко закрепленными концами.
17. Единственность классического решения смешанной краевой задачи для волнового уравнения. 18. Вывод уравнения распространения тепла в стержне. Постановка краевых задач.
19. Вывод граничных условий на концах стержня, описывающих режим конвективного теплообмена со средой заданной температуры.
20. Распространение тепла в неограниченном стержне. Построение решения с помощью метода разделения переменных (интеграл Фурье).
21. Представление решения задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой с помощью интеграла Пуассона.
22. Свойства решений задачи Коши для уравнения теплопроводности на прямой.
23. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности на прямой (функция Грина).
24. Неоднородное уравнение теплопроводности на прямой.
25. Понятие точечного источника тепла. Функция Дирака. Температурное поле на прямой, создаваемое точечным источником тепла.
26. Уравнение теплопроводности на полупрямой. Однородные граничные условия общего вида. Решение краевых задач на полупрямой методом продолжения.

27. Решение однородного уравнения теплопроводности на отрезке $[0,1]$ с граничными условиями Дирихле методом Фурье.
28. Решение неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке $[0,1]$ с граничными условиями Дирихле методом Фурье.
29. Преобразование краевых задач с неоднородными граничными условиями.
30. Задача на собственные значения и функции с периодическими условиями: $X''(x) + cX(x) = 0$, $x \in \mathbb{R}$, $X(x) = X(x+2\pi) = 0$.

7.2. Тестовые задания для проверки знаний студентов Типовые вопросы и задачи

для контрольных, зачетной и экзаменационной работ:

1. Решите задачу Коши $y' = 12x(y^2 + 16)$, $y(0) = -4$ и укажите промежуток наибольшей длины, на котором решение этой задачи определено.

2. Решите задачу Коши $y' = \frac{9y}{(15-2x)(x-9)}$, $y(6) = 8$ и вычислите для решения этой задачи значение $y(3)$.

3. Найдите решение $x = x(y)$ уравнения $(x-2y)dx + (10y-2y^3-2x)dy = 0$, удовлетворяющее условию $x(2) = 3$. Вычислите для этого решения значение $x(3)$.

4. Вычислите действительную часть числа $\left(\frac{2+3i}{1-5i}\right)^{2003}$.

5. Найдите все решения уравнения $y' = -\frac{3}{x}y + \frac{4-12x^{21}}{x^9}$.

6. Решите задачу Коши $y'' - 6y' + 5y = 0$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 8$ и вычислите для решения этой задачи значение $y(1)$.

7. Для последовательности $\{y_k\}$, удовлетворяющей рекуррентному уравнению $y_{k+1} = 4y_k - 9k^2 + 5$; $k = 0, 1, 2, \dots$ и условию $y_0 = 0$, вычислите величину y_{16}/y_{10} .

8. Укажите все возможные значения дроби y_6/y_9 для всех тех решений рекуррентного уравнения $y_{k+2} + 3y_{k+1} + 9y_k = 0$; $k = 0, 1, 2, \dots$, для которых она определена.

9. Решите систему уравнений
$$\begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - y_k, \\ y_{k+1} = 2x_k + 6y_k; \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

10. Решите неоднородную систему уравнений
$$\begin{cases} dx/dt = 3x - y + 12e^{7t} \\ dy/dt = 2x + 6y \end{cases}$$

и изобразите фазовый портрет однородной системы.

11. Найдите все значения параметра b , при которых нулевое решение уравнения $y''' + (6+b)y'' + 5y' - by = 0$ асимптотически устойчиво.

12. Укажите все возможные значения дроби $y(x - (\pi/3))/y(x)$ для всех тех решений уравнения $y'' - 4y' + 13y = 0$, для которых она определена.

13. Решите уравнение $(x + 2y + 4)dx + (2y - 5x + 16)dy = 0$.

14. Решите уравнение $y' = 2y \operatorname{ctgx} + 12 \sin 4x \cdot \sin^2 x$.

15. Решите уравнение $y_{k+1} = \left(\frac{k+3}{k+2}\right)^2 y_k + (k+3)^2 \cdot 2^k; \quad k = 0, 1, 2, \dots$

16. Решите одну из систем уравнений ($\lambda_1 = 2$?)

$$\begin{cases} dx/dt = 3x - 2y + z, \\ dy/dt = 2x - 2y + 2z, \\ dz/dt = -x + 2y + z. \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} x_{k+1} = 3x_k - 2y_k + z_k, \\ y_{k+1} = 2x_k - 2y_k + 2z_k, \\ z_{k+1} = -x_k + 2y_k + z_k; \quad k = 0, 1, 2, \dots \end{cases}$$

17. Решите уравнение $y'' + 6y' + 9y = \frac{6e^{-3x}}{x^3}$.

18. Решите уравнение $y' = \frac{3y}{x} - 4y^5 x^3$.

19. Решите задачу Коши $yy'' + 4y^4(y')^6 = 3(y')^2, \quad y(1) = -1, \quad y'(1) = 1$.

20. Решите задачу Коши $xy^4 y'' + 4x^4(y')^5 = xy^3(y')^2 + 3y^4 y', \quad y(1) = -1, \quad y'(1) = 1$.

21. Решите уравнение $y_{k+3} - 2y_{k+1} - 4y_k = 51 \cdot 3^k + 2^{k+1}(20k + 14); \quad k = 0, 1, 2, \dots$

22. Решите уравнение $y''' - 2y' - 4y = 75 \sin x$ ($\lambda_1 = 2$).

23. Решите уравнение $(4x^2 - y^2)dx + (6x^2 + 3xy)dy = 0$.

24. Найдите положения равновесия системы уравнений
$$\begin{cases} dx/dt = x^2 - e^{y-x}, \\ dy/dt = x^3 - x, \end{cases}$$

определите их характер и начертите фазовые траектории соответствующих линеаризованных систем.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная учебная литература:

Дифференциальные уравнения в частных производных/ Михайлов В.П.М.: Наука, 2006 г.

Обыкновенные дифференциальные уравнения/ Понтрягин Л.С.М.: Наука, 2008г.

1. Математическая теория оптимальных процессов. /Понтрягин Л.С, Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. М.: Наука, 2007 г.
2. Дифференциальные уравнения /Трикоми Ф. М.;УРСС, 2007 г.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Федорюк М.В. М.: Наука, 2006 г.
4. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью./Филиппов А.Ф. М.: Издательство физ.-мат. литературы, 2005 г.
5. Уравнения математической физики./Тихонов А.Н., Самарский А.А. М.: Наука, 2007г.

Дополнительная учебная литература:

1. Лекции об уравнениях с частными производными/ Петровский И.Г. М.: Наука, 2009 г.
2. Дифференциальные уравнения /Тихонов А. Н., Васильева А. Б., Свешников А. Г.М.: Наука, 2005 г.
3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. /Арнольд В.И. М.: Наука, 2008 г.

Ресурсы ЭБС.

1. Дифференциальные уравнения: практикум / Л.А. Альсевич, С.А. Мазаник, Г.А. Расолько, Л.П. Черенкова. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 384 с. - ISBN 978-985-06-2111-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135999 (22.11.2016).

2. Асташова, И.В. Дифференциальные уравнения / И.В. Асташова, В.А. Никишкин. - М.: Евразийский открытый институт, 2011. - Ч. 2. - 108 с. - ISBN 978-5-374-00487-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90342 (22.11.2016).
3. Коврижных, А.Ю. Дифференциальные и разностные уравнения / А.Ю. Коврижных, О.О. Коврижных; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 150 с. - ISBN 978-5-7996-1341-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275742 (22.11.2016).
4. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - М.: Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123 (22.11.2016).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://e.lanbook.ru>.

<http://exponenta.ru>»[map.asp](#)

[knigafund.ru](#).

[math-portal.ru](#).

<http://www.mailcleanerplus.com/profit/elbib/obrlib.php> – электронная библиотека;

www.edu.ru/db/portal/spe/index.htm – федеральный портал российского образования.

8.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания по изучению дисциплины являются комплексом рекомендаций и разъяснений для аспиранта, которые позволяют ему должным и оптимальным образом организовать процесс изучения дисциплины.

Виды учебных занятий и формы контроля	Организация деятельности студента (Методические рекомендации)
Лекция	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, фактов, обобщений; выделение ключевых слов, терминов, понятий. Обозначение вопросов, терминов, материала, вызывающего трудности. Нахождение ответов на вопросы лекционного материала. Для этого проработать материалы лекции с учебной и научной

	<p>литературой.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную проработку лекционного материала, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 1,5 часа.</p>
Практические занятия	<p>При подготовке к практическим занятиям, проработать теоретический материал лекций. Особое внимание уделить формулам, понятиям, теоремам, их взаимосвязям. Выполнить несколько простейших упражнений, в том числе заданных преподавателем как домашнее задание. Также сделать конспект литературных источников, в том числе с указаниями и решениями задач. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, типовых задач, решение задач по алгоритму. Если самостоятельно не удастся разобраться в примерах и задачах, необходимо отметить нерешенные задачи и совместно решить их с преподавателем на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Общее время отводимое на содержательную подготовку к практическим занятиям, в том числе самостоятельно и контактную работу с преподавателем – 2 часа.</p>
Контрольная работа/ типовые расчеты/ тестовые задания	<p>При подготовке к указанным видам занятий, необходимо проработать весь материал теоретического и практического курса, соотносимый с конкретным видом занятия. Ознакомиться с образцами задач и примеров конкретного вида занятия, с их содержанием. Решить образцы вариантов конкретного вида текущего контроля. После выполнения указанных видов занятий, проделать работу над ошибками.</p>
Реферат/ сообщение	<p>Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p> <p>Сообщение: Изучение научной, учебной, другой литературы по теме сообщения. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение теоретических практических исследований по теме сообщения.</p>
Коллоквиум	<p>Работа с конспектами лекций и практических занятий, подготовка ответов к контрольным вопросам теоретического и практического характера по указанным разделам.</p>

Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др. При этом детально и содержательно проработать каждый материал лекции и практического занятия, вопросов вынесенных на самостоятельную работу. Уметь ориентироваться в схеме доказательств теорем и других утверждений данной дисциплины. Ознакомиться с перечнем вопросов к экзамену.
------------------------------	--

9.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Весь лекционный курс построен на основе современных образовательных технологий. Лекции читаются с применением современных средств демонстрационных ММ-презентаций. Часть, лекций проводится в интерактивной форме взаимодействия с аспирантами. Получение профессиональных знаний осуществляется путем изучения предусмотренных учебным планом разделов дисциплины не только на лекциях, но и семинарских занятиях.

Семинарские занятия проводятся в интерактивной форме, аспиранты готовят презентации, доклады, обмениваются мнением по проблематике семинара. Предусматривается самостоятельная работа с литературой. Изучение каждого раздела заканчивается подготовкой рефератов или тестовым контролем.

10.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория находится по адресу 369200, Карачаево-Черкесская Республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебный корпус №4, ауд.406. Данная аудитория предназначена

для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для организации и проведения практической деятельности, научно-исследовательской работы.

Специализированная мебель:

столы ученические, стулья, доска, стол-тумба, трибуна.

Технические средства обучения:

телевизор LG , персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная

Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 03.03.2021 по 04.03.2023г.

11.Лист регистрации изменений

Заполняется в случае внесения в программу изменений на каждый учебный год

В рабочей программе на 2022--2023 уч.год внесены следующие изменения:

№	Внесенные изменения	Номер стр. РП с изменением или дополнением