

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Ярославский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России**

**Рабочая программа дисциплины
ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**

**Специальность 30.05.03 МЕДИЦИНСКАЯ
КИБЕРНЕТИКА
Форма обучения ОЧНАЯ**

**Рабочая программа разработана
в соответствии с требованиями ФГОС ВО**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика и входит в состав Образовательной программы высшего образования – программы специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Рабочая программа разработана на кафедре медицинской физики с курсом медицинской информатики.

Заведующий кафедрой – Фатеев М.М., д-р биол.наук, профессор

Разработчики:

Сидорова Л.А., старший преподаватель

Согласовано:

Декан
лечебного факультета
профессор


(подпись)

Филимонов В.И.

«15» июня 2023 года

Утверждено Советом по управлению образовательной деятельностью
«15» июня 2023 года, протокол № 6

Председатель Совета по управлению образовательной деятельностью, проректор по образовательной деятельности и цифровой трансформации, доцент


(подпись)

Смирнова А.В.

«15» июня 2023 года

1. Вводная часть

1.1. Цель освоения дисциплины – формирование математической культуры студента и начальная подготовка в области математического анализа простейших моделей биологических объектов, а также овладение классическим математическим аппаратом для дальнейшего использования при изучении физики, химии, биофизики и генетики.

1.2. Задачи дисциплины:

- добиться усвоения студентами теоретических основ, базовых понятий и теорем математического анализа, а также основных математических приемов и правил формального анализа и решения различных математических задач на основе полученных теоретических знаний;
- обеспечить запросы других разделов математики, использующих возникающие в математическом анализе конструкции;
- выработать у слушателей навыки решения типовых задач, способствующих усвоению основных понятий, а также задач, способствующих развитию начальных навыков научного исследования;
- развить умение логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений;
- научить применять аппарат математического анализа к построению математических моделей естественнонаучных процессов и исследованию этих моделей;
- привить уверенность в своих возможностях успешно использовать математические методы при решении научных задач в будущей профессиональной деятельности;
- выработать умения самостоятельно расширять математические знания и сформировать потребность в самообразовании.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

Преподавание дисциплины направлено на формирование

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.

ОПК-4. Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный ана-

лиз объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение.

Таблица 1.

Требования к результатам освоения дисциплины

№	Индекс и номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций	Виды контроля
1.	ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК1.ИД 1 – владеет алгоритмом основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных методов исследований при решении профессиональных задач. ОПК1.ИД 2 – способен применять естественнонаучные знания на междисциплинарном уровне в профессиональной деятельности	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация
2.	ОПК-4	Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение	ОПК 4.ИД 2 – применяет методы математического анализа, статистической обработки, валидации, интерпретирует полученные результаты научных и лабораторных исследований	Текущий контроль успеваемости (контроль текущей успеваемости при проведении учебных занятий и рубежный контроль по завершению изучения дисциплинарных модулей), промежуточная аттестация

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Обязательной части образовательной программы.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые в ходе изучения дисциплин:

Дисциплина «Математика»

Знания:

- числовые системы, величины, уравнения и неравенства;
- тождественные преобразования алгебраических выражений;
- основные геометрические понятия, методы геометрических преобразований;
- методы координат и функций;
- элементы математического анализа;

Умения:

- систематизировать элементы математического материала задачи;
- находить способы наиболее быстрого и экономного решения поставленных задач;
- проводить грамотный и оперативный контроль за выполнением задания;
- быстро вносить коррективы в самостоятельную работу;
- анализировать общие итоги работы, сравнивать эти результаты с намеченными в начале;
- выявлять причины отклонений и намечать пути их устранения в дальнейшей работе;
- находить, перерабатывать и использовать информацию для решения учебных задач;
- выстраивать структуру содержания процесса постановки и решения учебных задач.

Навыки:

- восприятия новых знаний и способов деятельности;
- переработки и осмысления новых знаний и способов деятельности;
- приёмов запоминания и закрепления изученного материала;
- применения знаний и умений в различных ситуациях;
- обобщения и систематизации знаний;
- самоконтроля и самооценки своей деятельности.

Знания, умения и навыки, формируемые в ходе освоения данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин образовательной программы:

- механика, электричество;

- оптика, атомная физика;
- общая и медицинская биофизика;
- общая и медицинская радиобиология;
- медицинская информатика.

3. Объем дисциплины

3.1 Общий объем дисциплины

Общий объем дисциплины – 7 зачетных единиц (252 академ.часов), в том числе:

- промежуточная аттестация в форме экзамена – 36 академ.часов;
- контактная работа обучающихся с преподавателем – 144 академ.часов;
- самостоятельная работа обучающихся – 72 академ.часов;

3.2 Распределение часов по семестрам

Таблица 2.

Распределение часов контактной работы обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся по семестрам

Вид учебной работы	Всего академ. часов	Распределение часов по семестрам	
		Сем.1	Сем.2
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная), всего	144	72	72
в том числе:	х	х	х
Занятия лекционного типа (лекции)	36	18	18
Занятия семинарского типа, в т.ч.	108	54	54
Семинары	-	-	-
Практические занятия, клинические практические занятия	108	54	54
Лабораторные работы, практикумы	-	-	-
2. Самостоятельная работа обучающихся, всего	72	36	36

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)	Индекс и номер формируемых компетенций
1.		Понятие вектора. Операции над векторами. Размерность и базис векторного пространства.	ОПК-1, ОПК-4

	Введение в векторную алгебру и аналитическую геометрию.	Уравнение прямой на плоскости. Уравнение плоскости. Уравнение прямой в пространстве.	
2.	Элементы линейной алгебры.	Матрицы. Операции над матрицами. Определители. Свойства определителей. Решение линейных систем уравнений. Метод Крамера. Метод Гаусса.	ОПК-1, ОПК-4
3.	Дифференциальное исчисление	Понятие функции. Свойства функции. Предел числовой последовательности. Предел функции. Производная функции одной переменной. Правило дифференцирования. Дифференциал функции. Производная сложной функции. Приложения производной к исследованию функций.	ОПК-1, ОПК-4
4.	Интегральное исчисление	Неопределенный интеграл. Определение. Свойства. Методы интегрирования. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Применение определенного интеграла.	ОПК-1, ОПК-4
5.	Дифференциальные уравнения	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений первого порядка. Применение дифференциальных уравнений в биохимии.	ОПК-1, ОПК-4
6.	Функции нескольких переменных	Понятие функции нескольких переменных. Частные производные. Экстремумы.	ОПК-1, ОПК-4

4.2. Тематический план лекций

№	Название тем лекций	Семестры	
		№ 1	№ 2
		часов	часов
1.	Понятие вектора. Линейные операции над векторами.	2	-
2.	Векторное пространство, базис, координаты векторов.	2	-
3.	Скалярное произведение векторов.	2	-
4.	Векторное произведение векторов. Тройное произведение.	2	-
5.	Уравнение прямой на плоскости. Линии второго порядка.	2	-
6.	Уравнение плоскости. Уравнение прямой в пространстве.	2	-
7.	Матрицы и операции над ними. Определители.	2	-
8.	Системы линейных уравнений. Метод Крамера. Метод Гаусса.	2	-
9.	Комплексные числа.	2	-
10.	Числовые последовательности. Предел числовой последовательности.	-	2
11.	Понятие функции. Способы задания функции. Предел функции.	-	2
12.	Первый и второй замечательные пределы. Асимптоты функции.	-	2

13.	Понятие производной функции. Правила вычисления производных.	-	2
14.	Применение производной к исследованию функций.	-	2
15.	Неопределенный интеграл. Свойства.	-	2
16.	Определенный интеграл. Свойства и приложения определенного интеграла	-	2
17.	Дифференциальные уравнения. Методы решения дифференциальных уравнений.	-	2
18.	Функции нескольких переменных.	-	2
ИТОГО часов:		18	18

4.3. Тематический план практических занятий

№	Название тем практических занятий	Семестры	
		№ 1	№ 2
		часов	часов
1.	Вектор. Сложение векторов. Умножение вектора на число. Линейные операции над векторами в пространстве.	3	-
2.	Векторное пространство. Линейная зависимость векторов.	3	-
3.	Базис векторного пространства. Координаты вектора.	3	-
4.	Скалярное произведение векторов.	3	-
5.	Векторное произведение. Тройное (смешанное) произведение векторов.	3	-
6.	Уравнение плоскости. Метрические задачи на уравнение плоскости.	3	-
7.	Уравнение прямой в пространстве. Метрические задачи на уравнение прямой в пространстве.	3	-
8.	Уравнение прямой на плоскости.	3	-
9.	Линии второго порядка.	3	-
10.	Рубежный контроль по Разделу I.	3	-
11.	Матрицы. Операции над матрицами.	3	-
12.	Определитель матрицы.	3	-
13.	Способы вычисления обратной матрицы.	3	-
14.	Системы линейных уравнений. Метод Крамера.	3	-
15.	Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.	3	-
16.	Решение систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы. Решение матричных уравнений.	3	-
17.	Рубежный контроль по Разделу II.	3	-
18.	Комплексные числа.	3	-
19.	Понятие функции. Обзор элементарных функций.	-	3
20.	Числовая последовательность. Предел числовой последовательности.	-	3
21.	Предел функции.	-	3
22.	Первый и второй замечательные пределы. Асимптоты функции.	-	3
23.	Производная функции. Правила вычисления производных. Производная сложной функции.	-	3
24.	Применение производной к исследованию функций.	-	3
25.	Рубежный контроль по Разделу III.	-	3
26.	Неопределенный интеграл. Техника вычисления неопределенных интегралов.	-	3
27.	Вычисление неопределенного интеграла методом замены переменной и методом «по частям».	-	3
28.	Определенный интеграл. Техника вычисления определенных интегралов.	-	3

29.	Применение определенного интеграла.	-	3
30.	Рубежный контроль по Разделу IV.	-	3
31.	Дифференциальные уравнения. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка.	-	3
32.	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка	-	3
33.	Системы дифференциальных уравнений.	-	3
34.	Рубежный контроль по Разделу V.	-	3
35.	Функции нескольких переменных, частные производные.	-	3
36.	Экстремумы функций нескольких переменных.	-	3
	ИТОГО часов:	54	54

4.4. Тематический план семинаров

Не предусмотрено.

4.5. Тематический план лабораторных работ, практикумов

Не предусмотрено.

4.6. Занятия, проводимые в интерактивных формах

№	Название тем занятий	Интерактивные формы проведения занятий
1.	<i>Все практические занятия</i>	<i>Обсуждения текущей темы занятия</i>

4.7. План самостоятельной работы студентов

№	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы
1.	Введение в векторную алгебру и аналитическую геометрию.	Линейные операции над векторами. Линейно независимые системы векторов. Базис. Система координат. Линейные операции над векторами в координатах. Скалярное произведение в трехмерном пространстве и его свойства. Длина вектора. Угол между векторами. Векторное и смешанное произведения. Уравнение прямой на плоскости. Различные виды уравнения прямой: по точке и направляющему вектору; по двум точкам; точке и угловому коэффициенту; в отрезках. Уравнение прямой по точке и нормальному вектору. Общее уравнение прямой на плоскости. Частные случаи. Угол между прямыми на плоскости. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых. Расстояние от точки до прямой. Кривые второго порядка: окружность, эллипс, гипербола, парабола. Их канонические уравнения, эксцентриситет, фокусы, асимптоты, директрисы. Полярные координаты на плоскости, их связь с декартовыми координатами. Уравнение линии в полярной системе координат. Уравнение поверхности в пространстве. Уравнение плоскости.
2.	Элементы линейной алгебры	Понятие матрицы. Действия над матрицами: умножение матриц на число, сложение и умножение матриц. Транспонирование матриц. Определители n-го порядка, их свойства и вычисление. Алгебраические дополнения и миноры.

		Обратная матрица. Решение систем линейных уравнений матричным способом. Ранг матрицы. Вычисление ранга матрицы с помощью элементарных преобразований. Теорема о базисном миноре. Понятие о решении произвольных систем линейных уравнений. Теорема Кронекера-Капелли. Решение произвольных систем линейных уравнений методом Гаусса. Процедура нахождения обратной матрицы методом Гаусса.
3.	Дифференциальное исчисление	Производная функции, ее геометрический и физический смысл. Производная суммы, произведения и частного функций. Производные основных элементарных функций. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Дифференциал функции. Геометрический смысл дифференциала. Инвариантность формы первого дифференциала. Применения дифференциала к приближенным вычислениям. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Лейбница. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталья.
4.	Интегральное исчисление.	Неопределенный и определенный интегралы. Первообразная функция. Неопределенный интеграл, его свойства. Таблица интегралов. Непосредственное интегрирование. Интегрирование подстановкой (замена переменной) и по частям. Интегрирование рациональных функций путем разложения на простейшие дроби. Интегрирование некоторых классов тригонометрических функций. Интегрирование некоторых классов иррациональных функций. Определенный интеграл как предел интегральной суммы. Основные свойства определенного интеграла. Производная интеграла по переменному верхнему пределу. Формула Ньютона-Лейбница.
5.	Дифференциальные уравнения.	Основные классы уравнений первого порядка, интегрируемые в квадратурах: уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, уравнения Бернулли, уравнения в полных дифференциалах. Геометрическая интерпретация решений дифференциальных уравнений первого порядка. Численные методы решения задачи Коши: метод Эйлера, метод Рунге-Кутты.
6.	Функции нескольких переменных	Частные приращения и частные производные. Геометрический смысл частных производных функции двух переменных. Полное приращение и полный дифференциал. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Геометрический смысл полного дифференциала функции двух переменных. Приближенные вычисления с помощью полного дифференциала. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Теорема о независимости частных производных от порядка дифференцирования. Экстремумы функции нескольких переменных. Необходимые условия. Формулировка достаточных условий.

4.8. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС)

Примерная тематика НИРС:

1. История открытия формул корней кубических уравнений.
2. Числа в ЭВМ их отличие от множества действительных чисел.
3. Генетические алгоритмы.
4. Нейронные сети.

Формы НИРС:

1. Изучение специальной литературы и другой научно-практической информации по актуальным вопросам, сбор, обработка, анализ и систематизация полученных данных, написание и защита рефератов.
2. Участие в подготовке докладов, выступления с докладами на конференциях.

4.9. Курсовые работы

Не предусмотрены.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса по дисциплине включает:

- методические указания для обучающихся;
- методические рекомендации для преподавателей;
- **учебно-методические разработки для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математический анализ»:**

1. Подготовленный в электронном виде теоретический материал (формат pdf).

2. Подготовленный в электронном виде сборник заданий по дифференциальному и интегральному исчислениям (формат pdf).

6. Библиотечно-информационное обеспечение

6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Математический анализ : учебное пособие для бакалавров / А.М. Кытманов [и др.] - М.: Юрайт, 2013. – 607 с.
2. Кытманов, А. М. Математический анализ : учебное пособие для бакалавров / А. М. Кытманов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 607 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2785-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/425244> (дата обращения: 12.09.2022)

3. Просветов Г.И., Математический анализ: задачи и решения, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011, 208с
4. Павлушков, И. В. Математика : учебник / И. В. Павлушков, Л. В. Розовский, И. А. Наркевич. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-7082-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470824.html> (дата обращения: 04.07.2022). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Греков, Е. В. Математика : учебник / Е. В. Греков. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 304 с. - ISBN 978-5-9704-7097-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470978.html> (дата обращения: 25.08.2022). - Режим доступа : по подписке.
2. Мерзликина, Я. А. Математический анализ. Введение в анализ : учебное пособие / Я. А. Мерзликина, Э. Г. Соснина. - Новосибирск : НГТУ, 2021. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-4479-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244795.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Максимова, О. Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел функции : учеб. пособие / Максимова О. Д. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. - 198 с. - ISBN 978-5-4437-0342-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443703428.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Максимова, О. Д. Математический анализ в примерах и задачах. Предел числовой последовательности : учеб. пособие / Максимова О. Д. - Новосибирск : РИЦ НГУ, 2015. - 174 с. - ISBN 978-5-4437-0341-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785443703411.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
5. Балдин, К. В. Математический анализ : учебник / Балдин К. В. , Башлыков В. Н. , Рукосуев А. В. ; под общ. ред. Балдина К. В. - 4-е изд. , стер. - Москва : ФЛИНТА, 2020. - 361 с. - ISBN 978-5-9765-2067-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97859765206771.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.

6. Чирский, В. Г. Математический анализ и инструментальные методы решения задач. В 2 кн. Книга 1 : учебник / В. Г. Чирский, К. Ю. Шилин. - Москва : Дело, 2019. - 464 с. (Учебники Президентской академии) - ISBN 978-5-7749-1384-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785774913848.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
7. Чирский, В. Г. Математический анализ и инструментальные методы решения задач. В 2 кн. Книга 2 / В. Г. Чирский, К. Ю. Шилин. - Москва : Дело, 2019. - 272 с. (Учебники Президентской академии) - ISBN 978-5-7749-1385-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785774913855.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
8. Садовничая, И. В. Математический анализ. Дифференцирование функции одной переменной : учебное пособие для студентов 1 курса университетов / Садовничая И. В. , Фоменко Т. Н. , Хорошилова Е. В. - Москва : Издательство Московского государственного университета, 2015. - 152 с. - ISBN 978-5-19-011094-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785190110944.html> (дата обращения: 24.01.2023). - Режим доступа : по подписке.
9. Есауленко, И. Э. Медицинская физика. Курс лекций : учебное пособие / Есауленко И. Э. , Дорохов Е. В. [и др.]. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-9704-6064-1. — Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. — URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970460641.html>
10. Крайнова Е. Ю., Фатеев М.М., Оптические методы исследования в медицине [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям «лечебное дело», «педиатрия», «фармация», «стоматология». — Ярославль: ЯГМУ, 2021 – 75с. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/608.pdf
11. Основы теории вероятностей/ Бабенко Н. И., Крайнова Е. Ю., Заводчиков М. А., Ярославль, , 2014, 25с. http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/teop_ver_2.pdf
12. [Ремизов А.Н. и др., Учебник по медицинской и биологической физике, М., Дрофа, 2010, 558с .](#)
13. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Сборник задач по медицинской и биологической физике, М., Дрофа, 2010, 192с.

- 14.Бабенко Н. И., Пособие по математическому анализу для студентов лечебного и педиатрического факультетов медицинской академии, Ярославль, , 2009, 51с.
http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/mat_analiz.pdf
- 15.Предел функции/ Заводчиков М. А., Фатеев М. М., Ярославль, 2014, 30с
http://gw.yma.ac.ru/elibrary/methodical_literature/predel.pdf

6.2. Перечень информационных технологий

1. Электронная библиотечная система «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>
2. База данных «Электронная коллекция учебных и учебно-методических материалов ЯГМУ» http://lib.yma.ac.ru/buki_web/bk_cat_find.php
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» www.urait.ru

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины:

1. «Единое окно», доступ к информационным ресурсам, «Физика» http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.74.6
2. Учебные материалы курса «Физика атомного ядра и частиц» <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
3. Научно-популярный физико-математический журнал «Квант» <http://kvant.mccme.ru/rub/19B.htm>
4. 5 - EGE,RU, формулы по физике <https://5-ege.ru/formuly-po-fizike-dlya-ege/>