


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ИФФВТ
от 17 мая 2022 г. протокол № 10
Председатель _____ (Рыбин В. В.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Численные методы и математическое моделирование
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники
Курс	1

Направление (специальность): **03.03.03 – радиофизика** (бакалавриат)

Направленность (профиль/специализация): **Твердотельная электроника и нанoeлектроника**

Форма обучения **очная**

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » сентября 2022г.

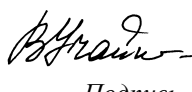
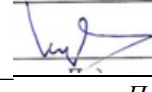
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Кожемякина Елена Владиславовна	Теоретической физики	Старший преподаватель

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой Радиофизики и электроники
 / <u>Учайкин В.В.</u> / Подпись / ФИО	 / <u>Гурин Н.Т.</u> / Подпись / ФИО
« <u>10</u> » <u>05</u> 2022 г.	« <u>10</u> » <u>05</u> 2022 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к разработке вычислительных моделей и алгоритмов решения задач, возникающих в процессе математического моделирования законов реального мира, и применение познанных законов в практической деятельности. Целью настоящего курса является развитие стандартных методов численного решения типичных задач математической и прикладной физики.

Задачи изучения дисциплины – сообщение тех основных понятий, идей и методов, владение которыми позволит быстро научиться работать в конкретных областях. Это должно быть реализовано на материале вычислительных задач алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений. Изучение этих вопросов имеет большое значение для формирования у студентов методологии современного научного исследования, а также для формирования у них научного мировоззрения.

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование», как базовая часть математического цикла образовательной программы, является фундаментом для успешного овладения методами вычислительной математики и математической физики, а в конечном счете – основой высокой квалификации бакалавров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 части ОПОП 03.03.03 «Радиофизика», осваивается в 3 семестре 2 курса. Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин:


- Введение в специальность
- Информатика

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении специальных дисциплин и блоков:

- Основы компьютерного проектирования и конструирования
- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-3 Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	<p>Знать: программное обеспечение, основные типы и принципы построения математических моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для решения задач профессиональной деятельности с учетом требуемой точности получаемого результата</p> <p>Владеть: методами и способами обработки, хранения и защиты цифровых данных в соответствии с требованиями информационной безопасности</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ


4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 2 ЗЕТ

4.2. по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36/36			36/36
Аудиторные занятия:				
• Лекции (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18			18/18
• практические и семинарские занятия (в т.ч. 0 ПрП)*				
• лабораторные работы, практикумы (в т.ч. 0 ПрП)*	18/18			18/18
Самостоятельная работа	72/72			72/72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контрольная работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	устный опрос, проверка компьютерной программы			устный опрос, проверка компьютерной программы
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачёт			зачёт
Всего часов по дисциплине	108/108			108/108

* В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения


*часы ПрП по дисциплине указываются в соответствии с УП, в случае, если дисциплиной предусмотрено выполнение отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью обучающихся.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		лекции	Практические занятия, семинар	Лабораторная работа			
1. Понятие о численных методах и математическом моделировании	11	1		1	1	9	опрос
2. Интерполирование функций, аппроксимация	19	5		5	5	9	Тестирование, прием лабораторной работы
3. Численное интегрирование	15	3		3	3	9	Тестирование, прием лабораторной работы
4. Численное дифференцирование	15	3		3	3	9	Тестирование, прием лабораторной работы
5. Моделирование случайной величины с заданным законом распределения	13	2		2	2	9	Прием лабораторной работы
6. Метод Монте-Карло	13	2		2	2	9	Прием лабораторной работы
7. Типы математических моделей	11	1		1	1	9	Опрос
8. Построение математической модели	11	1		1	1	9	Опрос
Итого	108	18		18	18	72	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- Тема 1. Понятие о численных методах и математическом моделировании.** Математическое моделирование. Численный метод. Алгоритм решения. Абсолютная и относительная погрешности. Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Виды вычислительных методов. Корректность, сложность, устойчивость и обусловленность алгоритмов. Структура погрешности. Четыре источника погрешности: математическая модель, исходные данные (неустраняемая погрешность), приближенный метод, округления при вычислениях. Корректность задачи.
- Тема 2. Интерполирование функций, аппроксимация.** Задача и способы интерполирования и аппроксимации функций, построение интерполяционного полинома Лагранжа по заданным значениям функции, погрешность многочлена Лагранжа, построение интерполяционного полинома Ньютона по заданным значениям функции, погрешность многочлена Ньютона, интерполяция функции кубическими сплайнами, погрешность метода сплайнов, двумерная интерполяция, метод средних и метод наименьших квадратов, нелинейная аппроксимация.
- Тема 3. Численное интегрирование.** Задача численного интегрирования, Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, численное интегрирование по простейшим формулам (методы прямоугольников, трапеций), составные квадратурные формулы трапеций и Симпсона, интегрирование с автоматическим выбором количества узлов методом Рунге; квадратурные формулы Гаусса-Кристоффеля, приемы приближенного вычисления несобственных интегралов.
- Тема 4. Численное дифференцирование.** Вывод формул численного дифференцирования на основе разностного оператора, алгоритм Эйлера и Эйлера-Кромера, Рунге-Кутта, Верле и Липфроза, алгоритм Рунге-Кутты второго и четвертого порядка.
- Тема 5. Моделирование случайной величины с заданным законом распределения.** Дискретные случайные величины, непрерывные случайные величины, равномерно распределенная случайная величина, метод обратной функции, гистограммная оценка плотности распределения плотности вероятности.
- Тема 6. Метод Монте-Карло.** Метод вычисления математического ожидания, Общая схема метода, метод Монте-Карло для вычисления интегралов, точность метода Монте-Карло, примеры моделирование случайных процессов методом Монте-Карло.
- Тема 7. Типы математических моделей.** Структурные и функциональные модели, дискретные и непрерывные модели, линейные и нелинейные модели, линеаризация, детерминированные и вероятностные модели, другие типы моделей.
- Тема 8. Построение математической модели.** О содержательной модели, формулирование математической задачи, задачи анализа и синтеза, определяющие соотношения, подбор эмпирической формулы, о размерностях величин, подобие объектов, конечные уравнения, уравнения для функций одного аргумента, уравнения для функций нескольких аргументов, задачи на экстремум с конечным числом степеней свободы, задачи на экстремум с искомой функцией, о применимости математического анализа.


6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Тема 2. Интерполирование функций, аппроксимация.

Лабораторная работа 1. Интерполяция многочленами Лагранжа и Ньютона.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

Цель работы: Построить интерполяционный многочлен для функции, заданной в виде таблицы. Для заданного отрезка интерполяции найти оптимальные узлы интерполирования. Исследовать поведение погрешности интерполяции для полинома, построенного по исходным узлам интерполяции и по оптимальным узлам

Лабораторная работа 2. Интерполяция сплайнами.

Цель работы: научиться интерполировать функцию, заданную в виде таблицы, при помощи сплайнов. Исследовать поведение погрешности интерполяции.

Тема 3. Численное интегрирование.

Лабораторная работа 3. Вычисление определенных интегралов.

Цель работы: Изучить и научиться программно реализовывать методы приближенного вычисления определенных интегралов, основанные на квадратурных формулах.

Тема 4. Численное дифференцирование.

Лабораторная работа 4. Решение задачи Коши методами Эйлера и Рунге-Кутты.

Цель работы: Изучить методы численного решения дифференциальных уравнений. Используя алгоритмы Эйлера и Рунге-Кутты второго порядка точности решить задачу Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.

Тема 5. Моделирование случайной величины с заданным законом распределения.

Лабораторная работа 5. Гистограммная оценка плотности распределения плотности вероятности.

Цель работы: Методом обратной функции получить формулу моделирования случайной величины с заданным законом распределения. Построить гистограмму функции плотности вероятности для моделируемой случайной величины. Оценить статистическую и систематическую погрешности для полученных значений оценок плотности вероятности.

Тема 6. Метод Монте-Карло.

Лабораторная работа 6. Вычисление определенных интегралов Методом Монте-Карло.


Цель работы: Изучить и научиться программно реализовывать алгоритмы вычисления определенных интегралов методом Монте-Карло.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Математическое моделирование: преимущества теории и эксперимента.
2. Виды вычислительных методов.
3. Математическое моделирование: преимущества теории и эксперимента.
4. Абсолютная и относительная погрешности. Источники погрешностей.
5. Корректность, сложность, устойчивость и обусловленность алгоритмов.
6. Аппроксимация

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


7. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
8. Интерполяционный многочлен Ньютона.
9. Интерполяция кубическими сплайнами
10. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Составные квадратурные формулы прямоугольников.
11. Численное интегрирование Составные квадратурные формулы трапеций, Симпсона и квадратурной формул
12. Вычисление интеграла с заданной точностью.
13. Методы численного решения несобственных интегралов
14. Численное дифференцирование. Постановка задачи.
15. Основные методы численного дифференцирования
16. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Задача Коши.
17. Методы Рунге-Кутты численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их основные достоинства.
18. Дискретные случайные величины, непрерывные случайные величины, равномерно распределенная случайная величина, метод обратной функции
19. Гистограммная оценка плотности распределения плотности вероятности.
20. Интегрирование кратных интегралов. Метод Монте-Карло.
21. Типы математических моделей
22. Построение математической модели

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
1. Понятие о численных методах и математическом моделировании	проработка учебного материала	9	Устный опрос
2. Интерполирование функций, аппроксимация	проработка учебного материала, подготовка компьютерной программы	9	Устный опрос, проверка компьютерной программы, тестирование
3. Численное интегрирование	проработка учебного материала, подготовка компьютерной программы	9	Устный опрос, проверка компьютерной

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		


			программы, тестирование
4. Численное дифференцирование	проработка учебного материала, подготовка компьютерной программы	9	Устный опрос, проверка компьютерной программы, тестирование
5. Моделирование случайной величины с заданным законом распределения	проработка учебного материала, подготовка компьютерной программы	9	Устный опрос, проверка компьютерной программы, тестирование
6. Метод Монте-Карло	проработка учебного материала, подготовка компьютерной программы	9	Устный опрос, проверка компьютерной программы
7. Типы математических моделей	проработка учебного материала	9	Устный опрос
8. Построение математической модели	проработка учебного материала	9	Устный опрос

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная литература

1. Бахвалов Николай Сергеевич, Численные методы : учеб. пособие для физ.-мат. спец. вузов / Бахвалов Николай Сергеевич, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 4-е изд. - М. : Бинوم : Лаборатория знаний, 2006. - 636 с. - (Классический университетский учебник). - Библиогр.: с. 624. - ISBN 5-94774-396-5 (в пер.) : 45.80.
2. Формалев В. Ф. Численные методы [Электронный ресурс] / В. Ф. Формалев, Д. Л. Ревизников; Формалев В. Ф. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 398 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-9221-0479-9.
3. Саенко Вячеслав Владимирович. Численные методы и математическое моделирование : лаб. работы / Саенко Вячеслав Владимирович; УлГУ. - Ульяновск : УлГУ, 2012. - 92 с. - Библиогр.: с. 90-91. - б/п..
4. Дьяконов В. П. VisSim+Mathcad+MATLAB. Визуальное математическое моделирование [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. П. Дьяконов; Дьяконов В. П. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. - 384 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-98003-130-8.
5. Зализняк В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Е. Зализняк; Зализняк В. Е. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013, 2017. - 264 с. - Книга находится в базовой

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 5-93972-482-5.

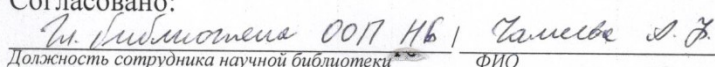
6. Семушин Иннокентий Васильевич. Методы вычислений с использованием МАТЛАБ : учеб.-метод. пособие / Семушин Иннокентий Васильевич, Ю. В. Цыганова, А. И. Афанасова; УлГУ, ФМиИТ. - Ульяновск : УлГУ, 2014. - 108 с

дополнительная литература

7. Демидович Борис Павлович. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие для вузов по направл. 510000 - "Естественные науки и математика", 550000 - "Технические науки", 540000 - "Педагогические науки" / Демидович Борис Павлович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова; под ред. Б. П. Демидовича. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2010. - 400 с. : ил. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по математике). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-8114-0799-6 (в пер.) : 636.90.Шуп Т.Е. Прикладные численные методы в физике и технике. - М.: Высшая школа, 1990.
8. Самарский Александр Андреевич. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / Самарский Александр Андреевич. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009. - 288 с. : ил. - (Лучшие классические учебники) (Классическая учебная литература по математике) (Учебники для вузов) (Специальная литература). - Библиогр.: с. 281. - ISBN 978-5-8114-0602-9 (в пер.) : 260.04.Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. - М: Мир, 1990.

Учебно-методическая литература:

9. Кожемякина Е. В. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Численные методы и математическое моделирование» для студентов бакалавриата по направлению «Физика», «Радиофизика», «Материаловедение и технологии материалов», «Техносферная безопасность», «Инноватика», «Управление качеством», «Наноинженерия», «Нефтегазовое дело» и специалитета «Наземные транспортно-технологические средства» всех форм обучения / Е. В. Кожемякина; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/6215>

Согласовано:

 Должность сотрудника научной библиотеки ФИО _____ | _____ | _____
 подпись дата

б) программное обеспечение MatLab версия выше 7.0

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы


1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа по дисциплине		

12. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации групповых и индивидуальных консультаций. Практические занятия проходят в компьютерных классах УлГУ.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Компьютерные классы обеспечены необходимым лицензионным программным обеспечением. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

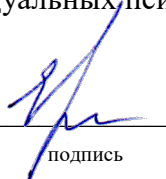
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик


подпись

Старший преподаватель Кожемякина Е.В.

должность ФИО