



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра алгебраических и информационных систем



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.12 Алгоритмы компьютерной графики

Направление подготовки информационные технологии	02.03.02	Фундаментальная информатика и	и
Направленность (профиль) подготовки информационные технологии		Фундаментальная информатика и	
Квалификация выпускника	бакалавр		
Форма обучения	очная		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель

Дать представление об алгоритмах, используемых в различных видах компьютерной графики и на разных этапах обработки графической информации, рассмотреть вопросы, связанные с эффективностью различных графических алгоритмов.

Задачи:

- дать представление об алгоритмической основе в различных областях компьютерной графики;
- рассмотреть алгоритмы, используемые в векторной графике;
- рассмотреть алгоритмы, используемые при векторно-растровых преобразованиях;
- рассмотреть алгоритмы, используемые в растровой графике;
- рассмотреть алгоритмы, используемые в «графическом конвейере визуализации».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на четвертом курсе.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, сформированные следующими дисциплинами: Б1.О.13 Программирование, Б1.О.14 Линейная алгебра, Б1.О.15 Основы алгоритмизации, Б1.В.20 Компьютерная геометрия.

2.3. Дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной не предусмотрены.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-5 Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности; способность к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта	ИДК ПК5.1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности	Знает основные технологии, используемые при сборе, обработке и интерпретации экспериментальных данных, необходимых для проектной и производственно-технологической деятельности. Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, необходимые для проектной и производственно-технологической деятельности.
	ИДК ПК5.2 Способен к разработке новых алгоритмических, методических и	Владеет навыками по разработке новых алгоритми-

	технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ческих, решений в конкретной сфере профессиональной деятельности
ПК-4 Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии; применять алгоритмы и структуры данных при разработке программных решений	ИДК ПК4.1 Способен понимать современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	Знает необходимые для работы современные языки программирования и необходимое программное обеспечение. Умеет выбрать оптимальный для решения поставленной задачи язык программирования. Владеет навыками программирования на современных языках.
	ИДК ПК4.2 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	Умеет применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современные языки программирования и программное обеспечение
	ИДК ПК4.3 Способен применять алгоритмы и структуры данных при разработке программных решений	Знает алгоритмы и структуры данных, используемые при решении различных задач компьютерной графики. Умеет применять алгоритмы и структуры данных при разработке алгоритмов, решающих различные задачи компьютерной графики.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, практическая подготовка 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: 7 семестр - зачет.

4.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + контроль	
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Контроль обучения		
1	Тема 1. Введение. Области применения алгоритмов в компьютерной графике.	7	1	0		0	
2	Тема 2. Моделирование кривых и поверхностей.	7	1	2	1	4	Задание для самостоятельного выполнения, доклад
3	Тема 3. Реализация аффинных преобразований и проекций.	7	2	2	1	4	
4	Тема 4. Графический конвейер визуализации.	7	2	2	1	4	
5	Тема 5. Алгоритмы экранной растеризации и интерполяция.	7	2	2	1	4	
6	Тема 6. Видимость и отсечение.	7	2	2	1	4	
7	Тема 7. Освещение и текстурирование.	7	2	2	1	4	
8	Тема 8. Растрово-растровые преобразования.	7	4	4	2	8	
Итого часов			16	16	8	32	

4.2. ПЛАН ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное сред- ство	Учебно-методи- ческое обеспече- ние самостоя- тельной работы
		Вид самостоя- тельной работы	Сроки вы- полнения	Затраты времени (час.)		
7	Тема 2. Моделирование кривых и поверхностей.	Выполнение за- даний для са- мостоятельного выполнения	В течение семестра	4	Задание для са- мостоятельного выполнения	УМО разме- щено на плат- форме ИОС DOMIC
7	Тема 3. Реализация аффинных преобразований и проек- ций.			4		
7	Тема 4. Графический конвейер визуализации.			4		
7	Тема 5. Алгоритмы экранной растеризации и интерполя- ция.			4		
7	Тема 6. Видимость и отсечение.			4		
7	Тема 7. Освещение, затенение и текстурирование.			4		
7	Тема 8. Растрово-растровые преобразования.			8		
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				32		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистан- ционных образовательных технологий (час)				32		

4.3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1 Введение. Области применения алгоритмов в компьютерной графике: алгоритмы, используемые в векторной графике, алгоритмы, используемые при векторно-растровых преобразованиях, алгоритмы, используемые в растровой графике, графическом конвейер, вопросы эффективности алгоритмов компьютерной графики, геометрический поиск и

Тема 2. Моделирование кривых и поверхностей: общее представление кубических кривых, формы Эрмита, Безье, B-сплайнов, билинейные поверхности, линейчатые поверхности, линейные поверхности Кунса, бикубические поверхности, формы Эрмита и Безье, алгоритмы приближения кривых отрезками и поверхностей треугольниками, фрактальное моделирование.

Тема 3. Реализация аффинных преобразований и проекций: матрица преобразований, однородные координаты, композиция преобразований, эффективность вычислений, матричное описание проекций, отсечение по границе канонического объема, переход к координатам физического устройства, технология использования шейдеров.

Тема 4. Графический конвейер визуализации: моделирование, позиционирование, преобразование, видимость, проекция, растеризация, затенение, текстурирование.

Тема 5. Алгоритмы экранной растеризации и интерполяция: связь проецирования, отсечения и растеризации, правило левого верхнего угла, алгоритмы построения линий (Брезенхема, ЦДА), варианты алиасинга, интерполяция, Traversal алгоритмы, интерполяция в Traversal алгоритмах, алгоритмы заполнения.

Тема 6. Видимость и отсечение: двумерные и трехмерные отсечения, алгоритм Сазерленда-Коэна для регулярного окна, алгоритм Лайэнга-

Барски для регулярного окна, алгоритм Сайруса Барски для выпуклого окна, отсечение относительно параллелипипеда и усеченной пирамиды, отсечение многоугольников, удаление невидимых поверхностей, алгоритмы отсечения по глубине, алгоритмы, использующие z-буфер, алгоритмы построчного сканирования, алгоритм Варнока.

Тема 7. Освещение, затенение и текстурирование: элементарные модели освещения, затенение Гуро и Фонга, BRDFs в моделях освещения, глобальное освещение, трассировка лучей, излучаемость, алгоритмы текстурирования, mapping, процедурное текстурирование, преобразование между RGB и HSV.

Тема 8. Растрово-растровые преобразования: цветовые модели, форматы растровых файлов, алгоритмы сжатия, используемые в различных форматах, алгоритмы выделения по цвету, свертки, алгоритмы, используемые для коррекции изображения, математическая морфология.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 2.	Моделирование кривых и поверхностей.	2	2	Задание для самостоятельного выполнения, доклад	ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
2	Тема 3.	Реализация аффинных преобразований и проекций.	2	2		ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
3	Тема 4.	Графический конвейер визуализации.	2	2	Задание для самостоятельного выполнения, контрольная работа, доклад	ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
4	Тема 5.	Алгоритмы экранной растеризации и интерполяция.	2	2	Задание для самостоятельного выполнения, доклад	ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
5	Тема 6.	Видимость и отсечение.	2	2		ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
6	Тема 7.	Освещение, затенение и текстурирование.	2	2		ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).

7	Тема 8.	Растрово-растровые преобразования.	4	4		ПК-4 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2, ИДК ОПК5.3) , ПК-5 (ИДК ПК5.1, ИДК ПК5.2).
		Всего	16	16		

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СР)
Не предусмотрено.

4.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Методические указания по организации самостоятельной работы расположены в ИОС DOMIC на странице курса.

4.5. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)

Не предусмотрено.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

1. Боресков, А. В. Основы компьютерной графики : учебник и практикум для вузов / А. В. Боресков, Е. В. Шикин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13196-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489497> (дата обращения: 23.03.2022).

2. Вечтомов, Е. М. Компьютерная геометрия: геометрические основы компьютерной графики : учебное пособие для вузов / Е. М. Вечтомов, Е. Н. Лубягина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09268-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493171> (дата обращения: 23.03.2022).

3. Гинсбург, Д. OpenGL ES 3.0. Руководство разработчика : руководство / Д. Гинсбург, Б. Пурномо ; перевод с английского А. Борескова. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-97060-256-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/82816> (дата обращения: 23.03.2022).

4. Лубягина, Е. Н. Линейная алгебра : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. Н. Лубягина, Е. М. Вечтомов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 150 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12504-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495174> (дата обращения: 23.03.2022).

5. Вольф, Д. OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов / Д. Вольф ; перевод с английского А. Н. Киселева. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 368 с. — ISBN 978-5-97060-255-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73071> (дата обращения: 23.03.2022)

6. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие / А. Ю. Борисова, М. В. Царева, И. М. Гусакова, О. В. Крылова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-7264-2347-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165179> (дата обращения: 23.03.2022).

7. Войтова, Н. А. Компьютерная графика : методические указания / Н. А. Войтова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 129 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172054> (дата обращения: 23.03.2022).

б) список авторских методических разработок:

Справочные материалы и индивидуальные задания в среде DOMIC// Режим доступа: <http://domic.isu.ru>.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://e.lanbook.com/> — Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа Юрайт.
3. <http://domic.isu.ru> — Информационно-образовательная среда DOMIC.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

Компьютерная аудитория с доской и проектором.

6.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Браузер, редактор кода, pdf-view'ер.

6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА:

ИОС DOMIC, презентационное оборудование, персональный компьютер с возможностью демонстрации презентаций в формате pdf, персональные компьютеры с установленным ПО, описанным в п. 6.2.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации данного курса используются следующие образовательные технологии: лекции, проблемные лекции, лекции-дискуссии, лекции-конференции, лабораторные работы в традиционной форме, лабораторные работы с заявленной проблематикой.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрено.

8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Тесты и задания для самостоятельного выполнения размещены на странице курса в ИОС DOMIC.

Пример заданий для самостоятельного выполнения по теме 3:
«Реализация аффинных преобразований и проекций»

Задание 2

Для каждой фигуры необходимо выполнить следующие преобразования:

1. масштабирование с сохранением пропорций;
2. масштабирование без сохранения пропорций;
3. поворот;
4. сдвиг.

Смотри далее.

Задание 3. Умножение матриц

Для просмотра результатов работы используйте настроенную портативную версию [Firefox Portable](#).

В рамках данной лабораторной работы вы должны дописать предоставленную программу, чтобы она начала умножать матрицы.

1. Скачайте [архив](#).
2. Откройте файл `script.ts`.
3. Найдите в этом файле функцию `Matrix.mul`
4. Ваша задача написать классическое умножение матриц. У вас есть 3 матрицы: `matrix1`, `matrix2` и `this`. Напишите произведение матриц `matrix1` и `matrix2`, а результат произведения поместите в матрицу `this`.

Задание 4. Матрица перехода

В рамках данной лабораторной работы вы должны научиться использовать матрицы перехода.

1. Скачайте [архив](#).
2. Откройте файл `script.ts`.
3. Внесите туда реализацию метода `Matrix.mul` из предыдущей лабораторной
4. Теперь вы должны написать код, для работы 9 кнопок на HTML-странице. Данное веб-приложение позволяет умножать список векторов на выбранную матрицу. Каждый вектор представлен на одной строчке. При нажатии на соответствующую кнопку все вектора умножаются на матрицу и результат записывается в поле снизу.

Пример задания на контрольную работу по основам WebGL:

Необходимо создать отдельные js файлы, реализующие вывод в двумерном контексте webgl-изображения, отвечающие следующим критериям:

1. index1.js: Три отрезка с перечислением вершин без индексов без цвета, соединенных по принципу LINES на любом фоне, два из которых имеют общую точку.
2. index2.js: Три отрезка с перечислением вершин и индексов без цвета, соединенных по принципу LINES на любом фоне, два из которых имеют общую точку.
3. index3.js: Раскрасить каждый отрезок в свой цвет (выбираете сами, в какой файл добавляете информацию о цвете).
4. index4.js: Три отрезка с перечислением вершин без индексов с цветом, соединенных по принципу LINE_STRICT на любом фоне.
5. index5.js: Два разноцветных треугольника с разной обводкой (в 1 пиксель).
6. index6.js: Один цветной вращающийся относительно центра квадрат.

index1.js должен быть структурирован следующим образом:

1. Сначала "глобально" перечисляете все необходимые переменные: для связи с canvas, для шейдеров, для программ, для буфера...
2. Затем создаете функцию, которая запускается после загрузки страницы. В ней вызываете последовательно функции (можно без аргументов, так как мы все переменные перечислили глобально) для работы с шейдерами: привязка к canvas, создание шейдеров, создание и работа с буферами, создание и работа с программой...
3. Далее создаете каждую из перечисленных функций. Перед каждой функцией добавляете комментарий-описание, что там происходит.

В результате должна получиться скрипт, в котором четко прослеживается последовательной действий при работе с шейдерами.

Остальные js-файлы можете делать в соответствии с вашим стилем программирования.

Когда работа будет выполнена, заархивируйте файлы в один архив **result.zip** и выгрузите его на сервер для проверки преподавателем. [Загрузка файлов](#).

Примерные темы докладов

1. Аппаратное обеспечение, работающее с компьютерной графикой, графические ускорители, характеристики аппаратного обеспечения, работающего с компьютерной графикой, аппаратная и программная настройка рассмотренного ПО
2. Системное программное обеспечение, необходимое для работы с графикой, прикладное программное обеспечение, работающее с разного вида графикой, основные характеристики, особенности выбора.
3. Растровая и векторная графика, области использования, плюсы и минусы; основные характеристики растровых изображений, параметры документа, основные принципы редактирования растровых документов, цветовые модели. Основные инструменты, используемые при создании и редактировании растровых изображений, их характеристики.
4. Форматы растровой графики. Алгоритмы сжатия.
5. Различные способы создания графики на web-страницах: статическая и динамическая графика, SVG-графика, элемент canvas, библиотека CreateJS.
6. Общее представление кубических кривых, формы Эрмита, Безье, B-сплайнов, билинейные поверхности, линейчатые поверхности, линейные поверхности Кунса.
7. Бикубические поверхности, формы Эрмита и Безье, алгоритмы приближения кривых отрезками и поверхностей треугольниками, фрактальное моделирование.
8. Фрактальная графика, моделирование объектов с использованием фракталов.
9. Библиотека OpenGL, Библиотеки GLU, GLUT, GLX.
10. Матрица преобразований, однородные координаты, композиция преобразований, эффективность вычислений.
11. Матричное описание проекций, отсечение по границе канонического объема, переход к координатам физического устройства, технология использования шейдеров.
12. Графический конвейер визуализации: моделирование, позиционирование, преобразование, видимость, проекция, растеризация, затенение, текстурирование.

13. Правило левого верхнего угла, алгоритмы построения линий (Брезенхема, ЦДА), варианты алиасинга.
14. Интерполяция, Traversal алгоритмы, интерполяция в Traversal алгоритмах, алгоритмы заполнения.
15. Алгоритм Сазерленда-Коэна для регулярного окна.
16. Алгоритм Лайэнга-Барски для регулярного окна.
17. Алгоритм Сайруса Барски для выпуклого окна.
18. Отсечение относительно параллелипипеда и усеченной пирамиды.
19. Алгоритмы, использующие z-буфера.
20. Алгоритм Варнока.
21. Затенение Гуро и Фонга, BRDFs в моделях освещения.
22. Трассировка лучей, излучаемость.
23. Алгоритмы выделения по цвету
24. Свёртки, алгоритмы, используемые для коррекции изображения
25. Математическая морфология.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ

Каждое задание в курсе оценивается по 100-балльной системе. В каждой теме несколько заданий для самостоятельного выполнения. Оценка по каждой теме выставляется как среднее арифметическое полученных баллов.

В течение семестра студент должен подготовить доклад по одной из предложенных тем.

Оценка по дисциплине выставляется на основе оценок, полученных в течение семестра. Оценка «зачтено» выставляется, если выполнены индивидуальные задания по каждой теме, включая доклад, не менее, чем на 60%.

Разработчики:


(подпись)

доцент кафедры АиИС ИМИТ ИГУ Семичева Н.Л.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 808, зарегистрированный в Минюсте России «14» сентября 2017 г. № 48185 с изменениями и дополнениями с изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Алгебраических и информационных систем ИМИТ ИГУ «04» апреля 2023 г.

Протокол № 9 Зав. кафедрой _____



Пантелеев В. И.

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.