

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Применение компьютерных программ в геометрии М2.ДВ.2

Направление подготовки: 010100.68 - Математика

Профиль подготовки: Геометрия и топология

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Трошин П.И.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Шурыгин В. В.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, к.н. Трошин П.И. Кафедра геометрии отделение математики , Paul.Troshin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Применение компьютерных программ в геометрии" являются: ознакомление с основами символьных и численных вычислений при решении математических задач на примере системы компьютерной алгебры Maxima; приобретение навыков ориентирования в структуре Maxima, ее взаимодействиях с системой LaTeX и другим математическим программным обеспечением, а также навыков графически представлять результаты решения, в особенности, задач геометрии.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 010100.68 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина "Применение компьютерных программ в геометрии" входит в вариативную часть цикла общенаучных дисциплин. Для ее успешного изучения необходимы знания и умения, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: аналитической геометрии, математического анализа, дифференциальной геометрии и топологии, линейной алгебры, компьютерного практикума. На занятиях применяются и развиваются умения использовать компьютер для математического моделирования проблем и решения задач из практических курсов по вышеупомянутым дисциплинам.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-8	способностью к проявлению инициативы и лидерских качеств
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способность порождать новые идеи
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способностью работать самостоятельно, заботой о качестве, стремлением к успеху
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение публично представить собственные новые научные результаты
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение публично представить собственные новые научные результаты

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение публично представить собственные новые научные результаты
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умение публично представить собственные новые научные результаты
ПК-16 (профессиональные компетенции)	умение извлекать актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способность различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории
ПК-15 (профессиональные компетенции)	возможность преподавания физико-математических дисциплин и информатики в общеобразовательных учреждениях, образовательных учреждениях начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения
ПК-6 (профессиональные компетенции)	самостоятельное построение целостной картины дисциплины
ПК-7 (профессиональные компетенции)	умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе
ПК-8 (профессиональные компетенции)	собственное видение прикладного аспекта в строгих математических формулировках

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные особенности применения численных и символьных вычислений при решении математических задач, реализацию основных математических операций в системе компьютерной алгебры Maxima.

2. должен уметь:

решать основные задачи алгебры, математического анализа, дифференциальной геометрии с помощью системы компьютерной алгебры Maxima, ориентироваться в структуре этой системы, графически представлять результаты решения разнообразных математических задач.

3. должен владеть:

навыками решения математических задач (в особенности задач геометрии) в символьном и численном виде.

использовать систему компьютерной алгебры Maxima для решения простейших прикладных задач математики.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Символьные и численные вычисления. Обзор программ символьных и численных вычислений (компьютерной алгебры): Maxima, Axiom, Eigenmath, Yacas, Mathematica, Matlab, MathCad, Maple, Reduce. Особенности символьных и численных вычислений.	4	24	3	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. Основы Maxima. Достоинства, структура, установка, интерфейс. Простейшие команды.	4	25	3	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Линейная алгебра в Maxima. Массивы, векторы, матрицы, векторная алгебра. Преобразование выражений. Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат.	4	26	4	4	0	тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Математический анализ и дифференциальные уравнения в Maxima. Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ с различными параметрами (методами).	4	27	4	4	0	тестирование
5.	Тема 5. Графика в Maxima. Построение графиков кривых и поверхностей. Параметры графики. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.	4	28	4	4	0	контрольная работа
6.	Тема 6. Программирование в Maxima. Условные операторы, операторы цикла, функции. Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Демонстрация примера выгоды транслирования и компилирования функций. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.	4	29	4	4	0	тестирование

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Дифференциальная геометрия в Maxima. Нахождение экстремума функции двух и трех переменных, нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.	4	30	4	4	0	домашнее задание
8.	Тема 8. Моделирование динамических систем и их геометрических аттракторов. Химические реакции, динамика популяций, движение твердого тела, аттрактор Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, самоподобные множества.	4	31	4	4	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			30	32	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Символьные и численные вычисления. Обзор программ символьных и численных вычислений (компьютерной алгебры): Maxima, Axiom, Eigenmath, Yacas, Mathematica, Matlab, MathCad, Maple, Reduce. Особенности символьных и численных вычислений.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Символьные и численные вычисления. Обзор программ символьных и численных вычислений (компьютерной алгебры): Maxima, Axiom, Eigenmath, Yacas, Mathematica, Matlab, MathCad, Maple, Reduce. Особенности символьных и численных вычислений.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Знакомство с установкой и интерфейсом Maxima, структурой файлов, простейшими командами. Решение простейших задач.

Тема 2. Основы Maxima. Достоинства, структура, установка, интерфейс. Простейшие команды.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Основы Maxima. Достоинства, структура, установка, интерфейс. Простейшие команды.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Продолжение знакомства с установкой и интерфейсом Maxima, структурой файлов, простейшими командами. Решение простейших задач. Работа со строками. Упрощение выражений.

Тема 3. Линейная алгебра в Maxima. Массивы, векторы, матрицы, векторная алгебра. Преобразование выражений. Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Линейная алгебра в Maxima. Массивы, векторы, матрицы, векторная алгебра. Преобразование выражений. Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат. Нахождение собственных значений и собственных векторов. Быстрое дискретное Фурье-преобразование набора данных.

Тема 4. Математический анализ и дифференциальные уравнения в Maxima. Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ с различными параметрами (методами).

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Математический анализ и дифференциальные уравнения в Maxima. Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ с различными параметрами (методами).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ.

Тема 5. Графика в Maxima. Построение графиков кривых и поверхностей. Параметры графики. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Графика в Maxima. Построение графиков кривых и поверхностей. Параметры графики. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Построение графиков кривых и поверхностей с помощью команд plot и draw. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.

Тема 6. Программирование в Maxima. Условные операторы, операторы цикла, функции. Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Демонстрация примера выгоды транслирования и компилирования функций. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Программирование в Maxima. Условные операторы, операторы цикла, функции. Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Демонстрация примера выгоды транслирования и компилирования функций. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.

Тема 7. Дифференциальная геометрия в Maxima. Нахождение экстремума функции двух и трех переменных, нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Дифференциальная геометрия в Maxima. Нахождение экстремума функции двух и трех переменных, нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.

Тема 8. Моделирование динамических систем и их геометрических аттракторов. Химические реакции, динамика популяций, движение твердого тела, аттрактор Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, самоподобные множества.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Моделирование динамических систем и их геометрических аттракторов. Химические реакции, динамика популяций, движение твердого тела, аттрактор Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, самоподобные множества.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Построение аттрактора Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, построение самоподобных множеств.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Символьные и численные вычисления. Обзор программ символьных и численных вычислений (компьютерной алгебры): Maxima, Axiom, Eigenmath, Yacas, Mathematica, Matlab, MathCad, Maple, Reduce. Особенности символьных и численных вычислений.	4	24	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
2.	Тема 2. Основы Maxima. Достоинства, структура, установка, интерфейс. Простейшие команды.	4	25	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Линейная алгебра в Maxima. Массивы, векторы, матрицы, векторная алгебра. Преобразование выражений. Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат.	4	26	подготовка к тестированию	10	тестирование
4.	Тема 4. Математический анализ и дифференциальные уравнения в Maxima. Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ с различными параметрами (методами).	4	27	подготовка к тестированию	10	тестирование
5.	Тема 5. Графика в Maxima. Построение графиков кривых и поверхностей. Параметры графики. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.	4	28	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Программирование в Maxima. Условные операторы, операторы цикла, функции. Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Демонстрация примера выгоды транслирования и компилирования функций. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.	4	29	подготовка к тестированию	11	тестирование
7.	Тема 7. Дифференциальная геометрия в Maxima. Нахождение экстремума функции двух и трех переменных, нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.	4	30	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
8.	Тема 8. Моделирование динамических систем и их геометрических аттракторов. Химические реакции, динамика популяций, движение твердого тела, аттрактор Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, самоподобные множества.	4	31	подготовка к контрольной работе	11	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				82	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

: активные и интерактивные формы проведения занятий (интерактивная презентация компьютерного моделирования на ноутбуке с помощью проектора).

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

Тема 1. Символьные и численные вычисления. Обзор программ символьных и численных вычислений (компьютерной алгебры): Maxima, Axiom, Eigenmath, Yacas, Mathematica, Matlab, MathCad, Maple, Reduce. Особенности символьных и численных вычислений.

устный опрос , примерные вопросы:

Какие системы компьютерной алгебры вам известны? В чем заключаются особенности численных и символьных вычислений. Какова стоимость на сегодняшний момент лицензионных версий вышеупомянутых программ?

Тема 2. Основы Maxima. Достоинства, структура, установка, интерфейс. Простейшие команды.

устный опрос , примерные вопросы:

Достоинства Maxima Интерфейс программы Найти сумму, произведение чисел, корень, квадрат, n-ую степень числа

Тема 3. Линейная алгебра в Maxima. Массивы, векторы, матрицы, векторная алгебра. Преобразование выражений. Подсчет скалярного, векторного произведений. Решение матричных уравнений. Преобразования системы координат.

тестирование , примерные вопросы:

Найти произведение матриц Решить СЛАУ

Тема 4. Математический анализ и дифференциальные уравнения в Maxima. Нахождение предела, дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и ОДУ с различными параметрами (методами).

тестирование , примерные вопросы:

Найти предел выражения Проинтегрировать функцию Решить ОДУ

Тема 5. Графика в Maxima. Построение графиков кривых и поверхностей. Параметры графики. Построение графиков для параметрического и явного задания функции. Применение различных параметров: угол обзора, сеть линий, количество точек, линейные размеры, легенда графика.

контрольная работа , примерные вопросы:

Найти произведение матриц Решить СЛАУ Найти предел выражения Проинтегрировать функцию Решить ОДУ

Тема 6. Программирование в Maxima. Условные операторы, операторы цикла, функции. Транслирование и компилирование функций. Ввод и вывод данных, консоль, файловые операции. Экспорт результатов вычислений в LaTeX. Создание простой программы на языке LISP. Демонстрация примера выгоды транслирования и компилирования функций. Создание документа LaTeX с помощью Maxima.

тестирование , примерные вопросы:

Создать файл с текстом Считать информацию из созданного файла Создать простой документ LaTeX

Тема 7. Дифференциальная геометрия в Maxima. Нахождение экстремума функции двух и трех переменных, нахождение первой и второй квадратичных форм поверхности, нормальных и главных кривизн, их главных направлений, подсчет оператора Вейнгартена, построение индикатрисы Дюпена для данной поверхности.

домашнее задание , примерные вопросы:

Улучшить (дополнить) работу программы по нахождению нормальных, главных кривизн поверхности, оператора Вейнгартена, построение соответствующих векторов и поверхности на одном рисунке.

Тема 8. Моделирование динамических систем и их геометрических аттракторов. Химические реакции, динамика популяций, движение твердого тела, аттрактор Лоренца, решение уравнений Ван дер Поля, самоподобные множества.

контрольная работа , примерные вопросы:

Построить графики функции и поверхности, заданных в параметрическом виде Построение двух графиков в одной системе координат Построить триангуляцию поверхности

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводится по 2 контрольные работы (на семинарах). В каждой группе, как правило, дается несколько вариантов одной и той же работы. Ниже приводятся образцы вариантов контрольных работ. Самостоятельное изучение предмета осуществляется студентами по пособиям из списка основной литературы.

В конце проводится зачет. Оценка выставляется по результатам работы в течение семестра и ответа на зачете. На зачете спрашивается два вопроса из разных тем программы данной дисциплины.

7.1. Основная литература:

Курс дифференциальной геометрии и топологии, Мищенко, Александр Сергеевич;Фоменко, Анатолий Тимофеевич, 2010г.

Сборник задач по аналитической геометрии, Бахвалов, Сергей Владимирович;Моденов, Петр Сергеевич;Пархоменко, Алексей Серапионович, 2009г.

Система аналитических вычислений MAXIMA для физиков-теоретиков, Ильина, Вера Алексеевна;Силаев, Петр Константинович, 2009г.

Практические задания по высшей математике с применением программы Maxima, Абзалилов, Дамир Фаридович;Малакаев, Михаил Степанович;Широкова, Елена Александровна, 2012г.

Математическое и компьютерное моделирование, Тарасевич, Юрий Юрьевич, 2012г.

Трошин П. И. Моделирование фракталов в среде Maxima. Часть I. Фракталы на плоскости и в пространстве. Учебно-методическое пособие / П. И. Трошин. - Казань : Казанский федеральный университет, 2014. - 92 с.

Пособия на сайте KFU:

Трошин П. И. Моделирование фракталов в среде Maxima. Часть I. Фракталы на плоскости и в пространстве. Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / П. И. Трошин. - Казань : Казанский федеральный университет, 2012. - 67 с. - Режим доступа : http://kpfu.ru/docs/F1416066913/main._1_.pdf, свободный.

Трошин П. И. Моделирование фракталов в среде Maxima. Часть II. Хаотическая динамика и фракталы. Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / П. И. Трошин. - Казань : Казанский федеральный университет, 2012. - 48 с. - Режим доступа : <http://kpfu.ru/docs/F1526739216/main.pdf>, свободный.

7.2. Дополнительная литература:

Методические рекомендации по применению системы аналитических вычислений Mathematica для изучения отдельных разделов математики, Хабибуллина, Гузель Забировна, 2009г.

Пакет MATHEMATICA, Лернер, Эдуард Юльевич;Кашина, Ольга Андреевна, 2005г.

7.3. Интернет-ресурсы:

Издательская система LaTeX - <http://miktex.org/>

Математический практикум с применением пакета Maxima (Методическое пособие по изучению математического пакета Maxima - <http://www.pmf.msiu.ru/chair31/students/spichkov/maxima2.pdf>

Пакет математических вычислений Maxima, документация - <http://maxima.sourceforge.net/ru/documentation.html>

Сайт Gilberto E. Urroz о Maxima - <http://www.neng.usu.edu/cee/faculty/gurro/Maxima.html>

Статьи Тихона Тарнавского по Maxima - <http://maxima.sourceforge.net/ru/maxima-tarnavsky-1.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Применение компьютерных программ в геометрии" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий. Компьютерный класс для проведения семинарских занятий. А также проектор, экран и ноутбук с установленным математическим программным обеспечением (Maxima) и установленной издательской системой LaTeX.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010100.68 "Математика" и магистерской программе Геометрия и топология .

Автор(ы):

Трошин П.И. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.