

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

_____ Турилова Е.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Компьютерные методы в теории поверхностей

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. Попов А.А. (Кафедра геометрии, отделение математики), arov@krfu.ru ; Иванишин Петр Николаевич

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Студенту необходимо освоить современные математические методы обработки данных.

Должен уметь:

Усвоить и уметь применять основные алгоритмы работы с поверхностями и кривыми.

Должен владеть:

Студент

должен строить примеры применения алгоритмов и использовать понятия на практике.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Студенту необходимо освоить современные математические методы обработки данных.

Усвоить и уметь применять основные алгоритмы работы с поверхностями и кривыми. Студент

должен строить примеры применения алгоритмов и использовать понятия на практике.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Математика в цифровой экономике)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Аффинная геометрия	5	2	0	2	0	0	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Полиномиальные и сплайн кривые	5	2	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Мультиаффинные отображения и полярные формы	5	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Кривые Безье	5	3	0	2	0	0	0	4
5.	Тема 5. В-сплайн кривые	5	3	0	2	0	0	0	4
6.	Тема 6. Полиномиальные поверхности	5	2	0	2	0	0	0	5
7.	Тема 7. Алгоритмы разбиений для полиномиальных поверхностей	5	2	0	3	0	0	0	5
8.	Тема 8. Полиномиальные сплайн поверхности и поверхности разбиений. Тензорные произведения и симметризованные произведения	5	2	0	3	0	0	0	5
	Итого		18	0	18	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Аффинная геометрия

Аффинные пространства. Примеры аффинных пространств. Тождество Чазлеса. Аффинные комбинации, барицентры. Аффинные подпространства. Аффинная независимость и аффинные реперы. Аффинные карты на многообразиях. Аффинные группы и их действия. Аффинные гиперплоскости в аффинных пространствах. Решения типовых задач.

Тема 2. Полиномиальные и сплайн кривые

Введение в полиномиальные кривые. Полиномиальные кривые степени 1 и 2. Первое столкновение с полярными формами (цветение). Первая встреча с алгоритмом де Кастельяу. Полиномиальные кривые степени 3. Классификация полиномиальных кубиков. Второе столкновение с полярными формами (цветение). Вторая встреча с алгоритмом де Кастельяу. Примеры кубиков, определяемых контрольными точками.

Тема 3. Мультиаффинные отображения и полярные формы

Мультиаффинные карты и полярные формы. Мультиаффинные карты на многообразиях. Аффинные полиномы и их полярные формы. Полиномиальные кривые и контрольные точки. Единственность полярной формы аффинного полиномиального отображения. Поляризационные полиномы от одной или нескольких переменных. Решения типовых задач.

Тема 4. Кривые Безье

Полиномиальные кривые как кривые Безье. Алгоритм де Кастельяу в общей форме. Алгоритмы подразделения для полиномиальных кривых. Прогрессивная версия алгоритма де Кастельяу. Производные полиномиальных кривых. Объединения (джойны) аффинных полиномиальных функций. Примеры применения алгоритма в программе Mathematica.

Тема 5. В-сплайн кривые

В-сплайн кривые. Введение: последовательности узлов, контрольные точки де Бура. Бесконечные последовательности узлов, открытые В-сплайн кривые. Конечные последовательности узлов, конечные В-сплайн кривые. Циклические последовательности узлов, замкнутые (циклические) В-сплайн кривые. Алгоритм де Бура. Алгоритм де Бура и вставка узлов. Полярные формы В-сплайнов. Кубическая сплайн-интерполяция.

Тема 6. Полиномиальные поверхности

Полиномиальные поверхности. Поляризационные полиномиальные поверхности. Биполиномиальные поверхности в полярной форме. Алгоритм де Кастельяу; Прямоугольные Поверхностные Заплаты. Поверхности общей степени в полярной форме. Алгоритм де Кастельяу для триангуляций на поверхности. Производные по направлению полиномиальных поверхностей.

Тема 7. Алгоритмы разбиений для полиномиальных поверхностей

Алгоритмы разбиений для треугольных патчей. Алгоритмы разбиений для четырехугольных патчей. Применение алгоритма де Кастельяу для разделения

треугольного патча на подпатчи, чтобы получить триангуляцию поверхностного патча с помощью рекурсивного подразделения. Примеры применения алгоритма в программе Mathematica.

Тема 8. Полиномиальные сплайн поверхности и поверхности разбиений. Тензорные произведения и симметризованные произведения

Полиномиальные сплайновые поверхности и поверхности деления. Соединения (джойны) полиномиальных поверхностей. Сплайн поверхности с заданной триангуляцией. Сплайновые поверхности с прямоугольными патчами. Поверхности подразделения. 'Конструкция шляпы', или гомогенизация. Продолжение аффинных карт до линейных карт. От мультиаффинных карт к мультилинейным картам.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

БАЗОВЫЕ АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ - <http://dgng.pstu.ru/conf2016/papers/4/>

Грамматин А.П., Романова Г.Э., Цыганок Е.А. Компьютерное моделирование при изучении дисциплин, связанных с расчетом оптических систем. Методические указания к лабораторным работам. - СПб: НИУ ИТМО, 2011. - 111с. - http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book_grtz_2011.pdf

Ежова К.В. Моделирование и обработка изображений - СПб: НИУ ИТМО, 2011. - 93с. - - http://aco.ifmo.ru/upload/publications/book_image_proc.pdf

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции проводятся по Curves and Surfaces In Geometric Modeling: Theory And Algorithms, Jean Gallier. Студенту рекомендуется ознакомиться с книгой, разобрать примеры и упражнения из нее. Успешное освоение материала обеспечит возможность решать аналогичные задачи и применять полученные знания в других областях.
практические занятия	Практические занятия проводятся по упражнениям из Curves and Surfaces In Geometric Modeling: Theory And Algorithms, Jean Gallier. Студенту рекомендуется ознакомиться разобрать примеры и упражнения из нее. Успешное освоение материала обеспечит возможность решать аналогичные задачи и применять полученные знания в других областях.
самостоятельная работа	Изучение дополнительной литературы приветствуется и поощряется дополнительными баллами. Поскольку лекции проводятся по Curves and Surfaces In Geometric Modeling: Theory And Algorithms, Jean Gallier. Студенту рекомендуется ознакомиться с книгой, разобрать примеры и упражнения из нее, а также изучить литературу из данной монографии.
зачет	На экзамене студент обязан решать стандартные задачи из данной области. Кроме того, необходимо знать формулировки основных утверждений теории. Также студент должен уметь строить стандартные алгоритмы и применять их для решения вычислительных задач. В частности, необходимо уметь строить стандартные кривые и поверхности по дискретному набору точек и применять их для вычисления квадратурных формул.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки "Математика в цифровой экономике".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.04 Компьютерные методы в теории поверхностей

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Булавин, Л. А. Компьютерное моделирование физических систем: учебное пособие / Л.А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с. ISBN 978-5-91559-101-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/398942> (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Зарилов Ф. Ш. Введение в математическое моделирование: учебно-методический комплекс курса по направлению подготовки: 050100 Педагогическое образование, профиль: математическое образование, информатика и информационные технологии: [учебное пособие]/ Зарилов Ф. Ш.; Казан. федер. ун-т, Каф. высш. математики и мат. моделирования. - Электронные данные (1 файл: 0,589 Мб). - (Казань: Казанский федеральный университет, 2013). - Текст : электронный. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F1777009712/vvedenie.v.modelirovanie6.pdf> (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа: открытый.
3. Игнатьев Ю. Г. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple: [лекции для школы по математическому моделированию]/ Ю. Г. Игнатьев; Казан. (Приволж.) федер. ун-тет, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского. Электронные данные (1 файл: 19,09 Мб). (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Для 8-го, 9-го и 10-го семестров. - Текст : электронный. - URL: http://kpfu.ru/portal/docs/F597477196/05_120_000443.pdf (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1. Москалев, П. В. Математическое моделирование пористых структур : монография / П. В. Москалев, В. В. Шитов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 120 с. - ISBN 978-5-9221-0818-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2748> (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Маликов Р.Ф., Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Маликов Р.Ф. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2010. - 368 с. - ISBN 978-5-9912-0123-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201230.html> (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа : по подписке.
3. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. - 264 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-79-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062639> (дата обращения: 18.03.2025). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.01.04 Компьютерные методы в теории поверхностей

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows