

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет компьютерных технологий

Григорьев Я.Ю

« 10 » 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Геометрическое моделирование

Направление подготовки	09.04.01 "Информатика и вычислительная техника"
Направленность (профиль) образовательной программы	Информационное и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем
Квалификация выпускника	магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
1	2	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет	Кафедра «Проектирование, управление и разработка информационных систем»

Комсомольск-на-Амуре 2021

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук



Гордин С.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Проектирование, управление и  
разработка информационных систем»



Тихомиров В.А.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Геометрическое моделирование» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №918 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Информационное и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» по направлению 09.04.01 "Информатика и вычислительная техника".

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессионального стандарта 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения» Обобщенная трудовая функция А- Непосредственное руководство процессами разработки программного обеспечения

Профессионального стандарта 06.004 «Специалист по тестированию в области информационных технологий» Обобщенная трудовая функция D - Разработка стратегии тестирования и управление процессом тестирования

Профессионального стандарта 06.027 «Специалист по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем» Обобщенная трудовая функция: F - Администрирование процесса поиска и диагностики ошибок сетевых

Задачи дисциплины	Формирование у студентов практических навыков использования методов геометрического моделирования для построения гладких кривых и сглаживающих поверхностей. 1. Изучение геометрических моделей и классификации плоских и трехмерных объектов; 2. Получения практических навыков использования геометрического моделирования при интерполяции и аппроксимации; 3. Получения практических навыков программной реализации основных алгоритмов геометрического моделирования и визуализации плоских объектов и трехмерных сцен.
Основные разделы / темы дисциплины	Введение в теорию вейвлетов. Геометрическое моделирование кривых линий. Геометрическое моделирование поверхностей.

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

Процесс изучения дисциплины «Геометрическое моделирование» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять	ОПК-1.1. Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной	- знать определение вейвлетов Хаара; -знать математические модели кривых и поверхностей второ-

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>деятельности.  ОПК-1.2. Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.  ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p>	<p>го порядка;  - знать математические модели интерполирующих и сглаживающих кривых и поверхностей;  - уметь использовать математические модели для построения и вывода интерполирующих и сглаживающих кривых на плоскости;  - уметь использовать математические модели для построения и вывода интерполирующих и сглаживающих поверхностей;  - владеть навыками программной реализации сжатия и восстановления изображения с помощью вейвлетов Хаара;  - владеть навыками разработки программного обеспечения (ПО) для построения и вывода интерполирующих и аппроксимирующих кривых;  - владеть навыками разработки ПО для построения и вывода аппроксимирующих поверхностей;</p>

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Геометрическое моделирование» изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки в области программирования на языке высокого уровня, разработке интерфейса пользователя и компьютерной графики, а также знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплины «Вычислительная геометрия».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Геометрическое моделирование», будут востребованы при изучении дисциплины «Геометрическое моделирование» и подготовке выпускной квалификационной работы магистра.

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	48
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	16
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	60
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет	

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Структура и содержание дисциплины приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 1 Вейвлеты Хаара</b> Разложение вещественной функции в ряд Фурье. Теорема о наилучшем приближении функции в виде линейной комбинации векто-	3	-	6	10

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
ров базиса ортонормированной системы в евклидовом пространстве. Вейвлеты Хаара. Алгоритмы декомпозиции и восстановления функции. Двумерное вейвлет-преобразование Хаара.				
<b>Тема 2 Математические модели кривых</b> Математические модели прямой линии и отрезка, построение уравнений и неравенств для описания прямых и отрезков. Математические модели кривых : эллипса, гиперболы, параболы, спирали. Классификация кривых второго порядка. Инварианты.	4	-	8	10
<b>Тема 3 Применение геометрического моделирования для интерполяции и сглаживания кривых</b> Сглаживание кусочно-линейной функции с помощью алгоритма Чайкина. Построение гладких кривых, интерполирующих вершины многоугольника. Построение гладких кривых, аппроксимирующих вершины многоугольника. Сплайн Эрмита. Кубический сплайн. Многочлен Лагранжа. Кривые Безье.	2	-	4	24
<b>Тема 4 Математическое моделирование поверхностей</b> Поверхности второго порядка : сфера, плоскость, эллипсоид, однополостной гиперболоид, двуполостной гиперболоид, эллиптический параболоид, гиперболический параболоид, цилиндры и конусы. Классификация поверхностей второго порядка. Инварианты. Поверхности движения : вращения, выдавливания, сдвига, заметания.	3	-	6	30
<b>Тема 5 Применение геометрического моделирования для сглаживания поверхностей</b> Поверхности Безье. Составная поверхность Безье. Алгоритм аппроксимации кусочно-линейной поверхности составной поверхностью Безье. Линейчатые поверхности и поверхности Кунса.	2	-	4	12
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>60</b>

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с учебным планом в рамках дисциплины «Геометрическое моделирование» студент выполняет контрольную работу.

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	32
Подготовка к лабораторным занятиям	30
Подготовка и оформление контрольной работы	34
Итого	60

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1 Геометрическое моделирование: Учебное пособие / Н.Н. Голованов. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 400 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?>.

2 Корнеев, В. И. Интерактивные графические системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Корнеев.—3-е изд. (эл.).— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. —235с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?>.

3 Кулямин, В.В. Технологии программирования. Компонентный подход: учебное пособие для вузов / В. В. Кулямин. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 463с.

4 Шпаков, П. С. Основы компьютерной графики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. С. Шпаков, Ю. Л. Юнаков, М. В. Шпакова. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 398 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?>.

### **8.2 Дополнительная литература**

1 Петров, М.Н. Компьютерная графика: учебное пособие для вузов / М.Н. Петров. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2011. — 541с. +электронно-оптический диск.

2 Смоленцев, Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB: учебное пособие для вузов / Н. К. Смоленцев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ДМК Пресс, 2014. - 627с.  
3 Кулямин, В.В. Технологии программирования. Компонентный подход: учебное пособие для вузов / В. В. Кулямин. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 463с.

3 Терехов, А.Н. Технология программирования: учебное пособие для вузов / А. Н. Терехов. - 2-е изд. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 148с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1 Хусаинов, А.А. Компьютерная инженерная графика: учебное пособие / А.А.Хусаинов, Н.Н. Михайлова. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 85с. // Собственные электронные ресурсы КнАГТУ: виртуальная библиотека института новых информационных технологий – Режим доступа: <http://www.initkms.ru/library/main?>

2 Хусаинов, А.А. Дополнительные материалы для студентов [Электронный ресурс] // HUSAINOV51.NAROD.RU : главная страница Ахмета Аксановича Хусаинова – Режим доступа: <http://husainov51.narod.ru/публикации>, свободный.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2 Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.

3 Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

4 Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве № 25/19 от 31 мая 2019 г.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1 Сайт «HARDFILE вычислительная геометрия» <http://hardfire.ru/geom>.

2 Сайт «Computer Science клуб»  
<http://old.compsciclub.ru/courses/computationalgeometry>.

3 Сайт «Компьютерная графика. Уроки, алгоритмы, программы, примеры»  
[http://grafika.me/info/computational\\_geometry](http://grafika.me/info/computational_geometry).

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В таблице 8 приведено используемое программное обеспечение.



Таблица 8 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
Visual Studio Community 2017	Распространяется свободно, может использовать неограниченное число пользователей в организации в учебных аудиториях / <a href="https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community">https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;
- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Для реализации программы дисциплины «Геометрическое моделирование» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
компьютерные классы ФКТ	Учебные лаборатории «Полигон вычислительной техники» 303(3), 305(3)	10 персональных ЭВМ, каждая из которых оснащена процессором Intel(R) Core (TM) i3-2100 CPU @3.10 GHz и оперативной памятью 2ГБ. Операционная система - Windows 7. В классе имеется сетевой коммутатор Cisco catalyst 2960 с ПО IOS ver 12.2(55)SE5.

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

- 1 Алгоритмы отсечения.
- 2 Алгоритмы построения выпуклой оболочки.

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных

группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине**

**«Геометрическое моделирование»**

Направление подготовки	09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) образовательной программы	Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
1	2	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет	Кафедра «Проектирование, управление и разработка информационных систем»

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	<p>ОПК-1.1. Знает математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных, социально-экономических и профессиональных знаний.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать определение вейвлетов Хаара;</li> <li>- знать математические модели кривых и поверхностей второго порядка;</li> <li>- знать математические модели интерполирующих и сглаживающих кривых и поверхностей;</li> <li>- уметь использовать математические модели для построения и вывода интерполирующих и сглаживающих кривых на плоскости;</li> <li>- уметь использовать математические модели для построения и вывода интерполирующих и сглаживающих поверхностей;</li> <li>- владеть навыками программной реализации сжатия и восстановления изображения с помощью вейвлетов Хаара;</li> <li>- владеть навыками разработки программного обеспечения (ПО) для построения и вывода интерполирующих и аппроксимирующих кривых;</li> <li>- владеть навыками разработки ПО для построения и вывода аппроксимирующих поверхностей;</li> </ul>

Паспорт фонда оценочных средств приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Тема1- Проекции и преобра-	ОПК-1	Лабораторная работа 1	Умеет разлагать функции по базису, состоящему из вейвлетов

зования		Тест	Хаара. Владеет навыками программной реализации алгоритмов сжатия и восстановления изображения. Владеет навыками использования вейвлетов Хаара в геометрическом моделировании.
Тема2- Алгоритмы отсечения	ОПК-1	Контрольная работа Тест	Умеет проводить классификацию кривых второго порядка и находить инварианты. Умеет различными алгоритмами строить кривую, проходящую через заданные точки на плоскости.
Тема3-Построение многоугольников	ОПК-1	Контрольная работа Тест	Умеет различными алгоритмами строить кривую, аппроксимирующую заданные точки на плоскости. Владеет навыками самостоятельной разработки ПО для построения интерполирующих и аппроксимирующих кривых на плоскости.
Тема4- Алгоритмы построения и визуализации выпуклой оболочки	ОПК-1	Лабораторная работа 2 Тест	Умеет проводить классификацию поверхностей второго порядка, вычислять инварианты и разрабатывать алгоритмы для визуализации поверхности с помощью ее аналитической модели.
Тема5- Введение в OpenGL	ОПК-1	Лабораторная работа 2 Тест	Владеет навыками самостоятельной разработки ПО для построения и визуализации составной поверхности Безье. Владеет навыками разработки ПО с использованием функций графической библиотеки OpenGL.

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
второй семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i>				
1.	Тест	4-ая	3	3- правильные ответы на три вопроса, 2- правильные

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
		неделя	балла	ответы на два вопроса, 1 – правильный ответ на один вопрос, 0 - все ответы неправильные
2.	Защита лабораторной работы 1	4-ая неделя	20 баллов	20–лабораторная работа выполнена полностью, правильно, своевременно, даны полные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, при выполнении практического задания студент показал отличные владения навыками программной реализации сжатия и восстановления изображения с помощью вейвлетов Хаара, отличные знания и умения в рамках освоения учебного материала, отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями, 12-лабораторная работа выполнена с замечаниями, студент показал хорошее владения навыками программной реализации сжатия и восстановления изображения с помощью вейвлетов Хаара, хорошие знания и умения в рамках освоения учебного материала, не выдержаны сроки выполнения работы, даны неполные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, 8- студент выполнил работу с существенными неточностями, не соблюдены сроки выполнения работы, студент показал удовлетворительное владения навыками программной реализации сжатия и восстановления изображения с помощью вейвлетов Хаара, удовлетворительные знания и умения в рамках освоения учебного материала, 0- задание не выполнено.
5.	Тест	11-ая неделя	7 баллов	7 – правильные ответы на все вопросы, 6- правильные ответы на шесть вопросов, 5- правильные ответы на пять вопросов, 4 – правильные ответы на четыре вопроса, 3- правильные ответы на три вопроса, 2- правильные ответы на два вопроса, 1 – правильный ответ на один вопрос, 0 - все ответы неправильные
6.	Защита контрольной работы	11-ая неделя	44 балла	44–контрольная работа выполнена полностью, правильно, своевременно, даны полные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, при выполнении практического задания студент показал отличные владения навыками разработки ПО для построения и вывода интерполирующих и аппроксимирующих кривых, отличные знания и умения в рамках освоения учебного материала, отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями, 26– контрольная работа выполнена с замечаниями, студент показал хорошее владения навыками разработки ПО для построения и вывода интерполирующих и аппроксимирующих кривых, хорошие знания и умения в рамках освоения учебного материала, не выдержаны сроки выполнения работы, даны неполные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, 17-студент выполнил работу с существенными неточностями, не соблюдены сроки выполнения работы, студент показал удовлетворительное владения навыками разработки ПО для построения и вывода интерполи-



	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
				рующих и аппроксимирующих кривых, удовлетворительные знания и умения в рамках освоения учебного материала, 0- задание не выполнено.
7.	Тест	16-ая неделя	2 балла	2- правильные ответы на два вопроса, 1 – правильный ответ на один вопрос, 0 - все ответы неправильные
8.	Защита лабораторной работы 2	16-ая неделя	24 балла	24–лабораторная работа выполнена полностью, правильно, своевременно, даны полные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, при выполнении практического задания студент показал отличные владения навыками разработки ПО для построения и вывода поверхности Безье, отличные знания и умения в рамках освоения учебного материала, отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями, 15–лабораторная работа выполнена с замечаниями, студент показал хорошее владения навыками разработки ПО для построения и вывода поверхности Безье, хорошие знания и умения в рамках освоения учебного материала, не выдержаны сроки выполнения работы, даны неполные ответы на дополнительные вопросы во время защиты работы, 10- студент выполнил работу с существенными неточностями, не соблюдены сроки выполнения работы, студент показал удовлетворительное владения навыками разработки ПО для построения и вывода поверхности Безье, удовлетворительные знания и умения в рамках освоения учебного материала, 0- задание не выполнено.
ИТОГО:		-	100 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> Пороговый (минимальный) уровень для аттестации в форме зачета – 75 % от максимально возможной суммы баллов				

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

#### **Лабораторная работа 1**

##### **«Вейвлеты Хаара и их приложения»**

Задано плоское изображение. Изучить метод сжатия графических данных с помощью вейвлетов Хаара. Разработать программу, которая выполняет следующее:

1. Читает из окна графические данные, сжимает их и записывает в файл.
2. Читает данные из полученного файла, распаковывает их и выводит на экран.

#### **Контрольная работа**

##### **«Аппроксимация и интерполяция гладкими кривыми»**

Задание . Заданы точки на плоскости. Разработать программу, которая в соответствии с вариантом задания, строит интерполирующую или аппроксимирующую кривую. Вывести на экран заданные точки и построенную гладкую кривую.

**Варианты заданий**

1. Метод последовательного деления Чайкина.
2. Аппроксимирующий кубический В-сплайн для построения сглаживающей функции.
3. Кубический сплайн.
4. Интерполирующая сглаживающая схема пятого порядка, с коэффициентами  $r_{-2} = -2/16; r_{-1} = 5/16; r_0 = 10/16; r_1 = 5/16; r_2 = -2/16$ .
5. Интерполирующая схема для В-сплайна.
6. Интерполирующая, нигде не дифференцируемая кривая с коэффициентами  $r_0 = \frac{1+\sqrt{3}}{2}; r_1 = \frac{1-\sqrt{3}}{2}$ .
7. Сплайн Эрмита.
8. Аппроксимирующая сглаживающая схема 5-го порядка с коэффициентами  $r_{-2} = -2/16; r_{-1} = 5/16; r_0 = 10/16; r_1 = 5/16; r_2 = -2/16$ .

**Лабораторная работа 2  
«Аппроксимация гладкими поверхностями»**

Задана кусочно-линейная поверхность, состоящая из четырехугольных граней. Построить аппроксимирующую ее гладкую поверхность. Задание состоит из следующих шагов:

1. Изучить формулы для построения кривых и поверхностей Безье.
2. Изучить метод построения составной поверхности Безье.
3. Разработать программу для построения и вывода составной поверхности, аппроксимирующей кусочно-линейную поверхность.

**Примерная структура билетов тестирования**

**Тест «Разложение в ряд Фурье и вейвлеты Хаара»**

**Вопрос 1.** Пусть  $f$  – вектор в евклидовом пространстве, а  $e_1, e_2, \dots$  - ортонормированный базис этого пространства. Как вычисляются коэффициенты разложения этого вектор в ряд Фурье. Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

- 1)  $c_n = (f, e_n)$ , где  $(u,v)$  обозначает скалярное произведение,
- 2)  $c_n = (f \times e_n)$ , где  $(u \times v)$  обозначает векторное произведение,
- 3)  $c = (f, e_1, e_2)$ , где  $(u,v,w)$  обозначает смешанное произведение.

**Вопрос 2.** Какой из вейвлетов Хаара изображен на рисунке1? Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

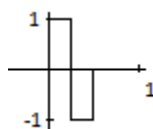


Рисунок 1 – Вейвлет Хаара

**Варианты ответа:**

- 1)  $\psi_0^1(x)$ ,

2)  $\psi_1^1(x)$ ,

3)  $\psi_1^2(x)$ .

**Вопрос 3.** Пусть экран состоит из 4 точек. Функция задана в этих точках значениями цвета пикселей [9 7 3 5]. Указать коэффициенты разложения этой функции по базису Хаара. Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

1) 6, 2, 1, -1;

2) 6, -2, 1, -1;

3) 6, 2, -1, 1.

### Тест «Интерполяция и аппроксимация гладкими кривыми»

**Вопрос 1.** Записать формулы для кривой Безье, аппроксимирующей ломаную, соединяющую точки (0,1), (2, 0), (2, 2). Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

1)  $x(t) = 4t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = (1-t)^2 + 2t^2$ ;

2)  $x(t) = 2t(1-t)$ ,  $y(t) = (1-t)^2 + 2t^2$ ;

3)  $x(t) = (1-t)^2 + 2t^2$ ,  $y(t) = 2(1-t)^2 + 4t(1-t)$ ;

4)  $x(t) = 4t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = 2(1-t)^2 + 2t^2$ .

**Вопрос 2.** Задана ломаная. Она соединяет точки (0,0), (4, 2), (4, 4), (0,4), (0,2). Разбить эту ломаную на направляющие ломаные составной кривой Безье второго порядка. Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

1) Первая ломаная (0,0), (4, 2), (4, 3); вторая – (4, 3), (4, 4), (2, 4); третья – (2,4), (0,4), (0,2).

2) Первая ломаная (0,0), (4, 2), (4, 3); вторая – (4, 3), (4, 4), (2, 4); третья – (2,4), (0,4), (0,1).

3) Первая ломаная (0,0), (4, 2), (4, 3); вторая – (4, 3), (2, 4), (0, 2).

4) Первая ломаная (0,0), (4, 2), (4, 3); вторая – (4, 3), (4, 4), (1, 4); третья – (2,4), (0,4), (0,2).

**Вопрос 3.** Построить составную кривую Безье второго порядка, аппроксимирующую ломаную, соединяющую точки (0,0), (1, 0), (1, 1), (0,1). Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

1)  $x(t) = 2t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = t^2$ ; при  $t \in [0,1]$ , и  $x(t) = (2-t)^2 + 2(t-1)(2-t)$ ;  $y(t) = (2-t)^2/2 + 2(t-1)(2-t) + 2(t-1)^2$ ; при  $t \in [1,2]$ .

2)  $x(t) = 2t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = t^2$ ; при  $t \in [0,1]$ , и  $x(t) = (2-t)^2$ ;  $y(t) = (2-t)^2/2 + 2(t-1)(2-t) + 2(t-1)^2$ ; при  $t \in [1,2]$ .

3)  $x(t) = 2t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = t^2$ ; при  $t \in [0,1]$ , и  $x(t) = (2-t)^2 + 2(t-1)(2-t)$ ;  $y(t) = 2(t-1)(2-t) + 2(t-1)^2$ ; при  $t \in [1,2]$ .

**Вопрос 4.** Записать уравнение кривой Безье второго порядка, аппроксимирующей ломаную в трехмерном пространстве, соединяющую точки (0,0,0), (1,0,0), (1,1,1). Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

1)  $x(t) = 2t(1-t) + 2t^2$ ,  $y(t) = 2t^2$ ,  $z(t) = 2t^2$ .

2)  $x(t) = (1-t)^2 + 2t(1-t)$ ,  $y(t) = (1-t)^2 + 2t^2$ ,  
 $z(t) = (1-t)^2 + 2t(1-t) + 2t^2$ .

3)  $x(t) = (1-t)^2 + 2t^2$ ,  $y(t) = 2t(1-t) + 2t^2$ ,  $z(t) = 2t(1-t)$ .

**Вопрос 5.** Записать уравнение сплайна Лагранжа, проходящего при  $t=0$ ,  $t=1$ ,  $t=2$ , через точки  $r(0) = (-1,0)$ ,  $r(1) = (1,0)$ ,  $r(2) = (0,1)$ . Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

- 1)  $x(t) = 0.5(-3t^2 + 7t - 2)$ ,  $y(t) = 0.5(t^2 - t)$ ,
- 2)  $x(t) = 0.5(-3t^2 + 5t - 2)$ ,  $y(t) = 0.5(t^2 - t)$ ,
- 3)  $x(t) = 0.5(-3t^2 + 7t - 2)$ ,  $y(t) = 0.5(t^2 - 2t)$ ,
- 4)  $x(t) = 0.5(-3t^2 + 5t - 2)$ ,  $y(t) = 0.5(t^2 - 2t)$ .

**Вопрос 6.** Записать уравнение сплайна Эрмита, аппроксимирующего прямолинейный отрезок, соединяющий точку  $r(0) = (0,0)$  с точкой  $r(1) = (1,2)$ . В точке  $(0,0)$  касательный вектор равен  $(1,1)$ , в точке  $(1,2)$  касательный вектор равен  $(1,0)$ . Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

- 1)  $x(t) = t$ ,  $y(t) = t + 4t^2 - 3t^3$ ,
- 2)  $x(t) = -t$ ,  $y(t) = t + 4t^2 - 3t^3$ ,
- 3)  $x(t) = t$ ,  $y(t) = t + 2t^2 - 3t^3$ ,
- 4)  $x(t) = t$ ,  $y(t) = 4t^2 - 3t^3$ .

**Вопрос 7.** Записать уравнение бесконечно дифференцируемой кривой, аппроксимирующей ломаную в трехмерном пространстве, соединяющей точки  $(0,0,0)$ ,  $(2,2,0)$  и  $(0,2,4)$ . Выбрать правильный ответ из предложенных ниже.

**Варианты ответа:**

- 1)  $x(t) = -2t^2 + 4t$ ,  $y(t) = -t^2 + 3t$ ,  $z(t) = 2t^2 - 2t$ ;
- 2)  $x(t) = -2t^2 + 4$ ,  $y(t) = -t^2 + 3t$ ,  $z(t) = 2t^2 - 2t$ ;
- 3)  $x(t) = -2t^2 + t$ ,  $y(t) = -t^2 + t$ ,  $z(t) = 2t^2 - 2t$ ;
- 4)  $x(t) = -2t^2 + t$ ,  $y(t) = -t^2 + 2t$ ,  $z(t) = 2t^2 - 2t$ .

**Тест «Аппроксимация гладкими поверхностями»**

**Вопрос 1.** Какая из приведенных ниже формул дает уравнение поверхности Безье, проходящей через точки  $p_{ij}$ ,  $0 \leq i \leq m$ ,  $0 \leq j \leq n$ .

**Варианты ответа:**

- 1)  $r(u, v) = \sum_{i=0}^m C_m^i u^i (1-u)^{m-i} \sum_{j=0}^n C_n^j v^j (1-v)^{n-j} p_{ij}$ ;
- 2)  $r(u, v) = (\sum_{i=0}^m C_m^i u^i (1-u)^{m-i} + \sum_{j=0}^n C_n^j v^j (1-v)^{n-j}) p_{ij}$ ;
- 3)  $r(u, v) = (\sum_{i=0}^m C_m^i u^i (1-u)^{m-i} - \sum_{j=0}^n C_n^j v^j (1-v)^{n-j}) p_{ij}$ .

**Вопрос 2.** Записать уравнение порции поверхности Кунса, аппроксимирующей криволинейный прямоугольник (рисунок 2) в пространстве, для которого заданы уравнения граничных кривых.

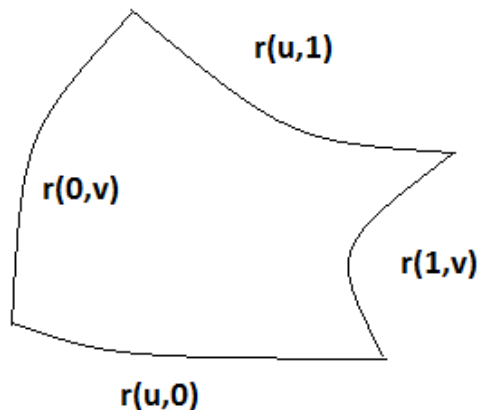


Рисунок 2 – Криволинейный прямоугольник

**Варианты ответа:**

- 1)  $r(u, v) = (1-u)r(0, v) + u r(1, v) + (1-v)r(u, 0) + v r(u, 1) - (1-u)(1-v)r(0, 0) - u(1-v)r(1, 0) - (1-u)v r(0, 1) - uv r(1, 1)$ ,

- 2)  $r(u,v) = ur(0,v) + (1-u)r(1,v) + (1-v)r(u,0) + vr(u,1) - (1-u)(1-v)r(0,0) - u(1-v)r(1,0) - (1-u)v r(0,1) - uv r(1,1),$
- 3)  $r(u,v) = (1-u)r(0,v) + ur(1,v) + (1-v)r(u,0) + vr(u,1) - (1-u)(1-v)r(0,0) - u(1-v)r(1,0) - uv r(0,1) - (1-u)v r(1,1),$
- 4)  $r(u,v) = (1-u)r(0,v) + ur(1,v) + (1-v)r(u,0) + vr(u,1) - (1-u)(1-v)r(0,0) - u(1-v)r(1,0) - r(1,v) - (1-u)v r(0,1) - uv r(1,1).$

