

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 11.01.2024 12:41:55
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Информационных технологий и цифровой трансформации
Кафедра Автоматизированных систем обработки информации и управления

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Геометрическое моделирование в задачах логистики

Уровень образования	бакалавриат
Направление подготовки	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль)	Информационные технологии в логистике
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Геометрическое моделирование в задачах логистики» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 7 от 15.02.2023 г.

Разработчик рабочей программы учебной дисциплины:

доцент

М.Е. Беспалов

Заведующий кафедрой

В.И. Монахов

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Геометрическое моделирование в задачах логистики» изучается в седьмом семестре.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

зачет

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Геометрическое моделирование в задачах логистики» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Аналитическая геометрия;
- Компьютерное моделирование;
- Средства компьютерной графики;
- Линейная алгебра и теория матриц;
- Модели и методы анализа задач логистики
- Программирование на языках высокого уровня.

Результаты обучения по учебной дисциплине используются при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Геометрическое моделирование в задачах логистики» являются:

- изучение методов вычислительной геометрии, реализованных в современных программных средах автоматизированного геометрического моделирования;
- освоение типовых алгоритмов программной реализации методов сплайн-геометрии;
- изучение основных этапов разработки геометрических моделей объектов логистической инфраструктуры с помощью современных программных сред автоматизированного геометрического моделирования;
- формирование навыков написания программ для автоматизации построения геометрических моделей
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить анализ предметной области логистики, определять требования к автоматизированной системе логистики и возможности их реализации	ИД-ПК-1.4 Использование математических методов и методов моделирования и исследования операций для решения типовых задач управления	<ul style="list-style-type: none"> – Знает основные методы вычислительной геометрии кривых и поверхностей – Умеет применять на практике программные средства автоматизированного геометрического моделирования на основе NURB сплайнов. – Применяет языки программирования для реализации параметрического синтеза геометрических моделей в задачах логистики. – Умеет поставить вычислительный эксперимент при разработке цифрового прототипа объекта логистической инфраструктуры
ПК-3 Способен применять типовые решения при разработке систем управления логистическими процессами	ИД-ПК-3.1 Анализ требований к системе управления логистическими процессами, оптимизация логистических процессов	<ul style="list-style-type: none"> – Владеет основными этапами разработки геометрической модели объекта логистической инфраструктуры. – Применяет основные режимы моделирования и визуализации современных программных средств – Владеет навыками отладки программ для автоматизации геометрических построений при решении задач логистики

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	3	з.е.	108	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

Структура и объем дисциплины									
Объем дисциплины по семестрам	форма промежуточной аттестации	всего, час	Контактная аудиторная работа, час				Самостоятельная работа обучающегося, час		
			лекции, час	практические занятия, час	лабораторные занятия, час	практическая подготовка, час	курсовая работа/курсовой проект	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
7 семестр	зачет	108	16		26	8		58	
Всего:	зачет	108	16		25	8		58	

3.2. Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
Седьмой семестр							
ПК-1: ИД-ПК-1.4 ПК-3: ИД-ПК-3.1	Раздел I. Методы вычислительной геометрии. Кривые Безье и B-сплайны в геометрическом моделировании.	7		14	4	34	Формы текущего контроля по разделу I: 1. письменный отчет о выполнении лабораторных работ. 2. защита лабораторных работ. 3. контрольная работа. 4. тестирование.
	Тема 1.1 Понятие о геометрической модели проектируемого объекта. Способы описания геометрических моделей (явные, неявные, параметрические, векторные).	1				2	
	Тема 1.2 Эрмитовы кривые, полиномы Н.С. Бернштейна и кривые П. Безье	1				2	
	Тема 1.3 Приведение описаний кривых к форме Безье.	1				3	
	Тема 1.4 Однородные координаты и матричные преобразования вершин.	2				3	
	Тема 1.5 Понятие B-сплайна. Свойства функции смешивания (сопряжения) кубического B-сплайна.	2				4	
	Лабораторная работа № 1.1 Разработка геометрической модели трубчатой поверхности с помощью составных кривых Безье.			3		4	
	Лабораторная работа № 1.2 Построение сплайнов в программах на C++/C# с помощью OpenGL. Библиотеки freeglut и OpenTK.			3		4	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	Лабораторная работа № 1.3 Разработка геометрической модели пространственной кривой средствами OpenGL с помощью Java-библиотеки LWJGL			3		4	
	Лабораторная работа № 1.4 Настройка и применение библиотеки The SINTEF Spline Library (SISL).			3	2	4	
	Лабораторная работа № 1.5 Применение алгоритмов вычислительной геометрии библиотеки CGAL.			2	2	4	
ПК-1: ИД-ПК-1.4 ПК-3: ИД-ПК-3.1	Раздел II. Применение NURB-сплайнов в геометрическом моделировании. Программное управление формированием и параметрами геометрической модели.	9		12	4	24	Формы текущего контроля по разделу II: 1. письменный отчет о выполнении лабораторных работ. 2. защита лабораторных работ. 3. контрольная работа. 4. тестирование.
	Тема 2.1 Равномерные и неравномерные B-сплайны.	2				2	
	Тема 2.2 Разработка программных сценариев управления параметрами модели в средах автоматизированного геометрического моделирования.	1				2	
	Тема 2.3 Технология разработки программных дополнений для автоматизации геометрического моделирования в среде Blender.	2				2	
	Тема 2.4 Сравнительный анализ технологий программного	2				2	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций	Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации	Виды учебной работы				Самостоятельная работа, час	Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости
		Контактная работа					
		Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторные работы/индивидуальные занятия, час	Практическая подготовка, час		
	управления параметрами геометрических моделей в Blender и Houdini Apprentice.						
	Тема 2.5 Способы представления 3D объектов и создания анимации в Blender и Houdini Apprentice.	2				2	
	Лабораторная работа № 2.1 Освоение функциональных возможностей библиотеки NURBS-Python по построению B-сплайнов и NURB-сплайнов.			2		2	
	Лабораторная работа № 2.2 Разработка геометрической модели многоуровневой транспортной развязки в среде Blender.			3		2	
	Лабораторная работа № 2.3 Разработка сценария для автоматизации построения геометрической модели в среде Houdini Apprentice.			3		3	
	Лабораторная работа № 2.4 Разработка анимации транспортных потоков .			2	2	3	
	Лабораторная работа № 2.5 Твердотельное пространственное моделирование в среде OpenSCAD.			2	2	4	
Все индикаторы	Зачет						зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
ИТОГО за седьмой семестр		16		26	8	58	

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
Раздел I	Методы вычислительной геометрии. Кривые Безье и В-сплайны в геометрическом моделировании.	
Тема 1.1	Понятие о геометрической модели проектируемого объекта. Способы описания геометрических моделей (явные, неявные, параметрические, векторные).	Параметрическая форма представления пространственных кривых и поверхностей. Достоинства такой формы представления в задачах геометрического моделирования. Аппроксимация кривых и поверхностей с помощью кубических интерполяционных полиномов. Функция смешивания (сопряжения) и её свойства. Понятия геометрической и параметрической непрерывности.
Тема 1.2	Эрмитовы кривые, полиномы Н.С. Бернштейна и кривые П. Безье.	Эрмитова форма представления пространственных кривых. Свойства полиномов Бернштейна. Кривые и поверхности Безье. Алгоритм де Кастельжо. Преобразования вида, модели, проецирования и порта просмотра в OpenGL. Описание возможностей Безье-вычислителя графической библиотеки OpenGL.
Тема 1.3	Приведение описаний кривых к форме Безье.	Методы вычисления полиномов в геометрическом моделировании. Метод рекурсивного разбиения кривых Безье. Рекурсивное разбиение средствами OpenGL.
Тема 1.4	Однородные координаты и матричные преобразования вершин.	Этапы преобразования трёхмерных координат модели (вершин) в элементы плоского изображения (пиксели). Понятие и свойства рациональных кривых Безье.
Тема 1.5	Понятие В-сплайна. Свойства функции смешивания (сопряжения) кубического В-сплайна.	Базисная матрица кубического В-сплайна. Обобщённые В-сплайны. Рекурсивно определённые В-сплайны. Метод рекурсивных функций Кокса-де Бура. Сплайновые поверхности. Квадратичные поверхности. Создание квадратичных поверхностей средствами OpenGL.
Раздел II	Применение NURB-сплайнов в геометрическом моделировании. Программное управление формированием и параметрами геометрической модели.	
Тема 2.1	Равномерные и неравномерные В-сплайны.	Неравномерный рациональный В-сплайн (NURBS). Функции построения NURB-сплайнов средствами библиотеки NURBS-Python.
Тема 2.2	Разработка программных сценариев управления параметрами модели в средах автоматизированного геометрического моделирования.	Автоматизация формообразования геометрических моделей в среде Blender. Примере задачи автоматизации построения модели укладки плитки на основе мотива в виде правильного паркета.
Тема 2.3	Технология разработки программных дополнений для автоматизации геометрического моделирования в среде Blender.	Применение языка программирования Python в качестве средства автоматизации сценариев построения геометрических моделей в среде Blender.
Тема 2.4	Сравнительный анализ технологий программного управления параметрами геометрических моделей в Blender и Houdini Apprentice.	Знакомство с функциональными возможностями программного обеспечения Houdini Apprentice в сравнении со средой геометрического моделирования Blender.

Тема 2.5	Способы представления 3D объектов и создания анимации в Blender и Houdini Apprentice.	Технологии и этапы реализации процессов создания реалистичного рендеринга и анимации в данных средах.
----------	---	---

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лабораторным занятиям, экзамену;
- изучение учебных пособий;
- подготовку к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- подготовку к контрольной работе
- подготовку к тестированию;
- подготовку к промежуточной аттестации в течение семестра.

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;
- проведение консультаций перед экзаменом.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

№ пп	Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение	Задания для самостоятельной работы	Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля)	Трудоемкость, час
1	Применение технологий OpenGL в программах на C#.	Провести сравнительный анализ функциональных возможностей библиотек OpenTK и SharpGL	Отчет о выполненной работе.	2

2	Оценка технико-эксплуатационных возможностей системы конструкторского геометрического моделирования Симплекс (автор – д.т.н. Волошинов Д.В., Самара)	Изучить возможности геометрического моделирования средствами системы Симплекс.	Отчет о выполненной работе.	2
---	--	--	-----------------------------	---

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

В электронную образовательную среду могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

использование ЭО и ДОТ	использование ЭО и ДОТ	объем, час	включение в учебный процесс
смешанное обучение	лекции	16	в соответствии с расписанием учебных занятий
текущий контроль	тестирование	2	в соответствии с расписанием учебных занятий

ЭОР обеспечивают в соответствии с программой дисциплины:

- организацию самостоятельной работы обучающегося, включая контроль знаний обучающегося (самоконтроль, текущий контроль знаний и промежуточную аттестацию),
- методическое сопровождение и дополнительную информационную поддержку электронного обучения (дополнительные учебные и информационно-справочные материалы).

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

Уровни сформированности компетенции(-й)	Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации	Показатели уровня сформированности		
			универсальной(-ых) компетенции(-й)	общепрофессиональной(-ых) компетенций	профессиональной(-ых) компетенции(-й)
					ПК-1: ИД-ПК-1.4 ПК-3: ИД-ПК-3.1
высокий		отлично			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знает основные методы вычислительной геометрии кривых и поверхностей и умеет применять эти методы при решении задач логистики; – умеет применять на практике программные средства автоматизированного геометрического моделирования на основе NURB сплайнов; – применяет языки программирования для реализации параметрического синтеза геометрических моделей в задачах логистики; – умеет поставить вычислительный эксперимент при разработке цифрового прототипа объекта логистической инфраструктуры; – владеет основными этапами разработки геометрической модели объекта логистической

					<p>инфраструктуры.</p> <ul style="list-style-type: none"> – применяет основные режимы моделирования и визуализации современных программных средств – владеет навыками отладки программ для автоматизации геометрических построений при решении задач логистики.
повышенный		хорошо			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в целом знаком с методами вычислительной геометрии кривых и поверхностей; – умеет применять на практике программные средства автоматизированного геометрического моделирования на основе NURB сплайнов; – применяет языки программирования для реализации параметрического синтеза геометрических моделей в задачах логистики; – владеет основными этапами разработки геометрической модели объекта логистической инфраструктуры. – владеет навыками отладки программ для автоматизации геометрических построений при решении задач логистики.
базовый		удовлетворительно			<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знаком с методами вычислительной геометрии кривых и поверхностей на удовлетворительном уровне; – с посторонней помощью может

					<p>применять на практике программные средства автоматизированного геометрического моделирования на основе NURB сплайнов;</p> <p>– применяет языки программирования для реализации параметрического синтеза геометрических моделей в задачах логистики, но допускает многочисленные логические ошибки в программном коде.</p>
низкий		неудовлетворительно/ не зачтено	<p><i>Обучающийся:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – не знает основных методов вычислительной геометрии, в частности , не знаком с NURB-сплайнами; – не способен самостоятельно реализовать алгоритмы автоматизации сценариев формообразования и управления параметрами геометрических моделей; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. 		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Геометрическое моделирование в задачах логистики» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	Лабораторная работа № 1.1 Разработка геометрической модели трубчатой поверхности с помощью составных кривых Безье.	Разработать геометрическую модель морского узла: 1) юферсного; 2) испанского булия; 3) коровьего; 4) фламандского; 5) рыбацкого штыка.
2.	Лабораторная работа № 1.2 Построение сплайнов в программах на C++/C# с помощью OpenGL. Библиотеки freeglut и OpenTK.	Написать программу для моделирования пространственной кривой в виде морского узла 1) с помощью библиотеки freeglut; 2) с помощью библиотеки OpenTK; 3) с помощью библиотеки SharpGL; 4) с помощью библиотеки TaoFramework.
3.	Лабораторная работа № 1.3 Разработка геометрической модели пространственной кривой средствами OpenGL с помощью Java-библиотеки LWJGL.	С помощью Java-библиотеки LWJGL написать программу для геометрического моделирования заданного элемента логистической инфраструктуры: 1) складского помещения; 2) регулируемого перекрёстка; 3) сварочного конвейера; 4) участка железной дороги; 5) объектов уличного освещения.
4.	Лабораторная работа № 1.4 Настройка и применение библиотеки The SINTEF Spline Library (SISL).	Привести пример применения библиотеки SINTEF Spline Library (SISL): 1) при моделировании рациональной кривой Безье. 2) при моделировании рационального B-сплайна; 3) при моделировании лоскута Кунса; 4) при моделировании лоскута Фергюсона; 5) при моделировании поверхности Безье

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
5.	Лабораторная работа № 1.5 Применение алгоритмов вычислительной геометрии библиотеки CGAL.	Разработать геометрические модели поверхностей с использованием алгоритма триангуляции Делоне и с помощью библиотеки CGAL. 1) параболид; 2) гиперболоид; 3) эллипсоид; 4) сфероид.
6.	Лабораторная работа № 2.1 Освоение функциональных возможностей библиотеки NURBS-Python по построению B-сплайнов и NURB-сплайнов.	1. разработать геометрическую модель корпуса килевой яхты; 2. разработать геометрическую модель ступени ракетносителя; 3. разработать геометрическую модель аэростата; 4. разработать геометрическую фюзеляжа планера.
7.	Лабораторная работа № 2.2 Разработка геометрической модели многоуровневой транспортной развязки в среде Blender.	1. По заданному фрагменту топографической карты построить пространственную геометрическую модель транспортной развязки. 2. Обеспечить возможность параметрического изменения габаритных размеров модели сооружения. 3. Представить модель с различным числом полос дорожного движения.
8.	Лабораторная работа № 2.3 Разработка сценария для автоматизации построения геометрической модели в среде Houdini Apprentice.	1.1. Подготовить описание средств автоматизации формообразования в среде Houdini Apprentice. 1.2. Привести пример программной реализации сценария построения геометрической модели в среде Houdini Apprentice. 1.3. Установить возможность параметрического изменения геометрических размеров построенной модели. 1.4. Провести вычислительный эксперимент по исследованию пространственной эффективности алгоритмов геометрического моделирования, реализованных в среде Houdini Apprentice.
9.	Лабораторная работа № 2.4 Разработка анимации транспортных потоков.	Разработать анимационный видеоролик, отражающий изменения в динамике транспортного потока в зависимости от следующих факторов: 1) времени суток; 2) количества полос дорожного движения; 3) аварии на пути следования потока транспортных средств; 4) интенсивности дорожного движения.
10.	Лабораторная работа № 2.5 Способы представления 3D объектов и создания анимации в Blender и	Разработать анимационный видеоролик, отражающий изменения в характере движения объекта геометрического моделирования под действием внешних факторов 1) преодоление транспортным средством регулируемого перекрестка;

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
	Houdini Apprentice.	2) преодоление транспортным средством нерегулируемого перекрёстка; 3) движение килевой яхты в сложных ветро-волновых условиях ; 4) работа шлагбаума на железнодорожном переезде.
11.	Контрольная работа по теме 1.5 «Понятие В-сплайна. Свойства функции смешивания (сопряжения) кубического В-сплайна».	1. Привести пример программной реализации алгоритма Кокса – де Бура. 2. Привести пример управления параметрами геометрической модели из программного приложения на языке Python. 3. Пояснить порядок подключения и использования библиотеки OpenTK. 4. Привести пример построения рациональной составной кривой Безье. 5. Обосновать необходимость применения однородных координат в геометрическом моделировании.
12.	Контрольная работа по теме 2.3 «Технология разработки программных дополнений для автоматизации геометрического моделирования в среде Blender.»	1. Привести пример программной реализации дополнения, позволяющего управлять моделью прибора уличного освещения. 2. Привести пример программной реализации дополнения, позволяющего моделировать процесс петлеобразования на вязальной машине. 3. Привести пример программной реализации дополнения, позволяющего моделировать процесс образования пробки на транспортной магистрали. 4. Привести пример программной реализации дополнения, позволяющего моделировать процессе работы кассы самообслуживания. 5. Привести пример программной реализации дополнения, позволяющего моделировать процессе движения ленты конвейера в отделе комплектации и упаковки интернет-заказов.
13.	Письменное тестирование по разделу «Методы вычислительной геометрии. Кривые Безье и В-сплайны в геометрическом моделировании».	1) Параметрическая непрерывность - это А) способность параметрически заданной кривой сохранять видимую непрерывность; Б) менее строгая по сравнению с геометрической форма непрерывности; В) отсутствие разрывов в производной по параметру к данной кривой; Г) необходимое свойство пространственной кривой. 2) Кривая Безье гарантированно не выходит за пределы... А) выпуклого многоугольника, построенного на опорных точках как на вершинах; Б) вогнутого многоугольника, построенного на опорных точках как на вершинах; В) выпуклого многоугольника, построенного на вершинах, заданных вектором узлов; Г) вогнутого многоугольника, построенного на вершинах, заданных вектором узлов.

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>3) Модификаторы графической системы служат для ... А) настройки интерфейса пользователя; Б) расширения функциональных возможностей графической системы; В) изменения свойств объектов моделируемой сцены; Г) изменения скорости просмотра анимации.</p> <p>4) Термином “сплайн” называют А) способ интерполяции данных; Б) гибкую рейку, используемую в качестве гибкого лекала при вычерчивании плоских кривых по опорным точкам; В) способ геометрического моделирования; Г) операцию формообразования твердотельной модели.</p> <p>5) Что такое интерполяция ? А) класс численных методов; Б) частный случай аппроксимации; В) способ численного интегрирования; Г) метод задания вектора узлов.</p>
14.	<p>Письменное тестирование по разделу «Применение NURB-сплайнов в геометрическом моделировании. Программное управление формированием и параметрами геометрической модели».</p>	<p>1) Что означает в геометрическом моделировании термин “вектор узлов” А) совокупность опорных точек, определяющих форму кривой; Б) способ задания степени искривлённости моделируемой кривой; В) метод управления формой моделируемой кривой; Г) способ задания области определения для базисных функций сплайна.</p> <p>2) Термин NURB сплайн переводится как А) неоднородный рациональный сплайн; Б) нестационарный В-сплайн; В) неоднородный рациональный базисный сплайн; Г) однородный рациональный базисный сплайн.</p> <p>3) Алгоритм Кокса – де Бура служит для А) удаления невидимых линий при поверхностном моделировании; Б) для определения точки, принадлежащей базисному сплайну; В) для получения достаточно гладкой составной кривой Безье; Г) для рекурсивного построения В-сплайна.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>4) Укажите, какая операция не относится операциям формообразования твердотельной модели</p> <p>А) лофтинг; Б) параллельный перенос; В) выдавливание; Г) морфинг.</p> <p>5) Проекционная геометрия включает в себя:</p> <p>А) методы построения проекций объекта проектирования; Б) методы построения твердотельной модели; В) методы построения поверхностной модели; Г) методы визуализации геометрической модели.</p>

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Лабораторная работа	Работа выполнена полностью. Обучающийся отладил и оптимизировал геометрическую модель, написал отчет о выполнении работы с соблюдением всех требований. При защите работы обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденной темы и применение их на практике		5
	Работа выполнена полностью. Обучающийся отладил и оптимизировал геометрическую модель, написал отчет о выполнении работы с соблюдением всех требований. Допущены одна-две ошибки при защите работы.		4
	Геометрическая модель не оптимизирована. Допущено более двух ошибок при защите работы.		3
	Работа выполнена не полностью. Не проведена оптимизация или отладка программы.		2
Контрольная работа	Задание контрольной работы выполнено полностью. Дан развернутый ответ.		5
	Задание контрольной работы выполнено полностью. Дан развернутый ответ.		4

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания		
		100-балльная система	Пятибалльная система	
	Допущена одна ошибка или два-три недочета.			
	Задание контрольной работы выполнено полностью. Допущены одна-две ошибки.		3	
	Задание контрольной работы выполнено не полностью. Допущена более двух серьезных ошибок.		2	
Письменное тестирование	За выполнение каждого тестового задания испытуемому выставляются баллы. Каждое задание оценивается по номинальной шкале, которая предполагает, что за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный — ноль. Правила оценки всего теста: общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший бал - 10 баллов.	9 –10 баллов	5	85% - 100%
		7 –8 баллов	4	65% - 84%
		4 – 6 баллов	3	41% - 64%
		0 – 3 баллов	2	40% и менее 40%

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости	За выполнение каждого контрольного мероприятия текущей успеваемости обучающемуся выставляются баллы. Все баллы суммируются и на этой основе выставляется итоговая оценка.

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости	Оценка выставляется по количеству баллов контрольных мероприятий текущей успеваемости	41 – 100 баллов	<i>Зачтено</i>
		0-40 баллов	Не зачтено

5.5. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка на зачете выставляется по результатам текущего контроля.

Форма контроля	100-балльная система	Пятибалльная система
8 семестр		
Текущий контроль:		
- реферат	2-18 баллов	
- проверка контрольной работы	36-72 баллов	
- тестирование	3 - 10 баллов	
Промежуточная аттестация :	По результатам текущего контроля	
Зачет		
Итого за дисциплину	41 - 100 баллов	зачтено
	0 - 40 баллов	не зачтено

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- проектная деятельность;
- групповых дискуссий;
- анализ ситуаций и имитационных моделей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1, строение 2	
Аудитории № 1217-1219: компьютерный класс для проведения лабораторных и практических занятий групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке	Комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации: 20 персональных компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 1, строение 3	
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; - подключение к сети «Интернет»

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
10.1 Основная литература, в том числе электронные издания							
1	Голованов Н. Н.	Геометрическое моделирование	Учебное пособие	М.:КУРС: ИНФРА-М	2021	https://znanium.com/catalog/product/1215355	-
2	Корнеев В.И., Гагарина Л.Г., Корнеева М.В.	Программирование графики на C++. Теория и примеры	Учебное пособие	М. : ФОРУМ : ИНФРА-М	2023	https://znanium.com/catalog/product/1894585	-
3	Лисяк В. В.	Математические основы компьютерной графики: преобразования, проекции, поверхности	Учебное пособие	Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета	2020	https://znanium.com/catalog/product/1308409	-
4	Карпова С.В., Арский А.А., Борщ В.В. [и др.]	Логистика: практикум для бакалавров	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2022	https://znanium.com/catalog/product/1840087	-
10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1	Серова М. Н.	Учебник-самоучитель по графическому редактору Blender 3D. Моделирование и дизайн	Учебник	М.: СОЛОН-Пресс	2022	https://e.lanbook.com/book/322205	-
2	Хэсс, Ф.	Практическое пособие. Blender 3.0 для любителей и профессионалов. Моделинг, анимация, VFX,	Учебное пособие	М.: СОЛОН-Пресс	2022	https://e.lanbook.com/book/322268	-

		видеомонтаж					
3	Уткин А. А.	Геометрическое моделирование окружающего мира	Учебное пособие	М. : ФЛИНТА	2019	https://znanium.com/catalog/product/1048308	-
4	Задорожный А. Г., Киселев Д.С.	Построение сплайнов с использованием библиотеки OpenGL	Учебное пособие	Новосибирск : Изд-во НГТУ	2019	https://znanium.com/catalog/product/1870057	-
5	Кузьменко А.А., Гладченков А.Д., Шкаберин В.А., [и др.]	Технология трехмерного моделирования и текстурирования объектов в Blender 3d и 3d Max	Учебное пособие	М.: ФЛИНТА	2019	https://znanium.com/catalog/product/1860054	-
6	Кузьменко А.А., Гладченков А.Д., Филиппова Л.Б., [и др.]	Технология трехмерного моделирования в Blender 3d	Учебное пособие	М.: ФЛИНТА	2018	https://znanium.com/catalog/product/1860041	-
7	Сальков Н. А.	Моделирование геометрических форм автомобильных дорог	Монография	М.: ИНФРА-М	2019	https://znanium.com/catalog/product/961837	-
10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина)							
1	Разин И. Б., Семенов А.А., Пылова А.С.	Геометрическое моделирование и машинная графика [Электронный ресурс]	Лабораторный практикум	М.: ИИЦ МГУДТ	2009	https://znanium.com/catalog/product/464849	-

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Web of Science http://webofknowledge.com/ (обширная международная универсальная реферативная база данных)
2.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств)
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования)
4.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ (объединенные фонды публичных библиотек России федерального, регионального, муниципального уровня, библиотек научных и образовательных учреждений)
5.	https://b3d.interplanety.org/sozдание-trub-i-provodov-v-blender-s-pomoschyu-kriivyh/ - создание геометрических моделей труб и проводов в Blender 3D с помощью пространственных кривых
6.	http://www.3d-blender.ru/p/klavishi.html - клавиатурные сокращения в Blender 3D.
7.	http://www.3d-blender.ru/2014/09/33-blender-3d.html - 33 лучших бесплатных урока на Blender 3D.
8.	https://www.youtube.com/watch?time_continue=684&v=jbpIs3E_zT8 - Blender 3D. Кривые.
9.	https://www.youtube.com/watch?v=OKqAMoQOOSc - Blender 3D. Модификатор Curve.
10.	https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro#Table_of_Contents - учебное пособие по Blender 3D - от новичка до профессионала.
11.	http://www.glfw.org/ - GLFW – мульти-платформенная библиотека для разработки OpenGL, OpenGL ES программных приложений.
12.	https://www.sfml-dev.org/ - SFML - свободно распространяемая библиотека для разработки мультимедиа приложений. Поддерживает создание контекста OpenGL.
13.	https://voloshinov.ru/simplex/ - Система геометрического моделирования Симплекс

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
2.	Java Development Kit	Sun License. Свободно распространяемое программное обеспечение
3.	Среда разработки Eclipse	Eclipse Public License. Свободно распространяемое программное обеспечение

4.	Blender - свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов», а также создания 2D-анимаций https://www.blender.org/	Свободно распространяемое программное обеспечение
5.	Houdini Apprentice - свободная версия графической системы Houdini FX для разработки игровых сцен и анимации объектов геометрического моделирования в среде виртуальной реальности https://www.sidefx.com/products/houdini-apprentice/	Свободно распространяемое программное обеспечение
6.	OpenSCAD - свободное и открытое программное обеспечение для создания твердотельных геометрических моделей, ориентированной на решение задач автоматизированного проектирования http://openscad.org/about.html	Свободно распространяемое программное обеспечение
7.	freeglut - кроссплатформенное ПО для замены базовой функциональности GLUT (стандартной библиотеки утилит для приложений под OpenGL) http://freeglut.sourceforge.net/	Свободно распространяемое программное обеспечение
8.	Библиотека Open Toolkit Library (OpenTK) — набор низкоуровневых C#-библиотек, упрощающий работу с OpenGL, OpenCL, OpenAL. https://opentk.net/	Свободно распространяемое программное обеспечение
9.	LWJGL - Java-библиотека, упрощающая работу с OpenGL, Vulkan, OpenCL, OpenAL. https://www.lwjgl.org/	Свободно распространяемое программное обеспечение
10.	NURBS-Python (geomdl) кросс-платформенная объектно-ориентированная библиотека для применения B-сплайнов and NURBS - сплайнов в задачах геометрического моделирования. https://nurbs-python.readthedocs.io/en/5.x/	Свободно распространяемое программное обеспечение
11.	CGAL (The Computational Geometry Algorithms Library) - библиотека алгоритмов вычислительной геометрии https://www.cgal.org/	Свободно распространяемое программное обеспечение
12.	The SINTEF Spline Library (SISL) - библиотека для применения методов сплайн-геометрии. https://github.com/SINTEF-Geometry/SISL	Свободно распространяемое программное обеспечение

ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

№ пп	год обновления РПД	характер изменений/обновлений с указанием раздела	номер протокола и дата заседания кафедры