

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета информационных  
технологий и компьютерной безопасности  
Гусев П.Ю.  
«21» декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Методы и алгоритмы разработки систем автоматизированного  
проектирования»**

**Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника**

**Профиль Искусственный интеллект**


**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 5 м.**

**Форма обучения очная / заочная**

**Год начала подготовки 2022**


Автор программы

  
\_\_\_\_\_/В.В. Ветохин/

Заведующий кафедрой  
Компьютерных  
интеллектуальных  
технологий проектирования

  
\_\_\_\_\_/М.И. Чижев/

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_/М.И. Чижев/

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний по основам разработки систем автоматизированного проектирования технологического назначения, используя высокопроизводительные алгоритмы и методы к реализации прикладных модулей (библиотек), а также обучение практической работе с современными САПР.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

–изучение методологических основ автоматизированного проектирования, методов и алгоритмов для реализации элементов САПР, средств технологического оснащения и инструментов.

–практическое освоение ряда подсистем САПР, создание прикладных решений к известным системам, получивших широкое распространение в промышленности и являющихся характерными представителями функциональных решений;

–ознакомление с перспективами и основными направлениями совершенствования САПР.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и алгоритмы разработки систем автоматизированного проектирования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы и алгоритмы разработки систем автоматизированного проектирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-9 - Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

ПК-3 - Способен совершенствовать, разрабатывать, внедрять, поддерживать и использовать новые методы, модели, алгоритмы и инструментальные средства сквозных цифровых технологий искусственного интеллекта в прикладных областях (экономика, медицина, промышленность и т.д.)

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-9	знать подходы к формализации задач по разработке модулей компонентов программных средств САПР
	уметь применять знания при создании и тестировании ПО и модулей для систем автоматизации, а также разработки собственных приложений САПР

	владеть инструментальными средствами по разработке модулей и самостоятельного ПО.
ПК-3	знать стандарты, приемы и правила для понимания, создания и разработки технической документации
	уметь разрабатывать и использовать техническую документацию на высоком уровне в соответствии со спецификой образовательной программы
	владеть инструментами для подготовки, создания и внедрения технической документации.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы и алгоритмы разработки систем автоматизированного проектирования» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:	час	108
	зач.ед.	3

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	88	88
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:	час	108
	зач.ед.	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в дисциплину	Известные САПР системы. Их особенности. Функциональные возможности. Системы САПР с открытым кодом. Геометрические ядра. Техническая документация и программные инструкции (API) к указанным системам	4	4	12	20
2	Топология объектов в САПР	Описание модели. Грани и ребра. Порядок обхода ребер в модели. Получение атрибутивной информации об объекте в известных САПР решениях	4	4	12	20
3	Методы и алгоритмы расчётов в САПР	Вычисление центра масс, получение объемов моделей, поворот и перемещение объектов на плоскости и в пространстве, расстояние между объектами, пересечение объектов в пространстве, получение информации о нормалях к граням созданных объектов и т.д.	2	4	12	18
4	Методы и алгоритмы построения моделей в САПР	Программное построение тел выдавливанием, вращением, кинематические и булевы операции в моделях. Внесение технических условий в модель (PMI), работа с размерами	2	4	12	18
5	Экспорт и импорт данных в САПР. Форматы данных	Подготовка к выгрузке данных на носитель информации. Загрузка моделей в систему. Анализ известных форматов данных: BREP, DXF, IGES, STEP, STEP214, STL, JT.	2	2	12	16
6	Разработка продуктов на базе геометрических ядер. Подготовка технической документации	Открытые геометрические ядра и коммерческие продукты. Модули ядра C3D, Parasolid, Open Cascade. Работа с API. Примеры разработки прикладных библиотек и самостоятельных модулей на основе указанных комплектов	2	2	12	16
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>20</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в дисциплину	Известные САПР системы. Их особенности. Функциональные возможности. Системы САПР с открытым кодом. Геометрические ядра. Техническая документация и программные инструкции (API) к указанным системам	2	2	14	18

2	Топология объектов в САПР	Описание модели. Грани и ребра. Порядок обхода ребер в модели. Получение атрибутивной информации об объекте в известных САПР решениях	2	2	14	18
3	Методы и алгоритмы расчётов в САПР	Вычисление центра масс, получение объемов моделей, поворот и перемещение объектов на плоскости и в пространстве, расстояние между объектами, пересечение объектов в пространстве, получение информации о нормалях к граням созданных объектов и т.д.	2	2	14	18
4	Методы и алгоритмы построения моделей в САПР	Программное построение тел выдавливанием, вращением, кинематические и булевы операции в моделях. Внесение технических условий в модель (PMI), работа с размерами	2	2	14	18
5	Экспорт и импорт данных в САПР. Форматы данных	Подготовка к выгрузке данных на носитель информации. Загрузка моделей в систему. Анализ известных форматов данных: BREP, DXF, IGES, STEP, STEP214, STL, JT.	-	-	16	16
6	Разработка продуктов на базе геометрических ядер. Подготовка технической документации	Открытые геометрические ядра и коммерческие продукты. Модули ядра C3D, Parasolid, Open Cascade. Работа с API. Примеры разработки прикладных библиотек и самостоятельных модулей на основе указанных комплектов	-	-	16	16
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>88</b>	<b>104</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Создание и настройка среды разработки программных проектов, конфигурирование и инструментарий для отладки приложений, ориентированных под САПР систему.
2. Разработка расчетных подсистем для САПР с использованием API интерфейсов.
3. Разработка подсистем моделирования деталей и сборок для САПР с использованием API интерфейсов.
4. Работа с топологией объектов для САПР с использованием API интерфейсов.
5. Форматы данных и использование их в приложении.
6. Разработка приложений на основе геометрических ядер.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-9	знать подходы к формализации задач по разработке модулей компонентов программных средств САПР	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять знания при создании и тестировании ПО и модулей для систем автоматизации, а также разработки собственных приложений САПР	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть инструментальными средствами по разработке модулей и самостоятельного ПО.	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать стандарты, приемы и правила для понимания, создания и разработки технической документации	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать и использовать техническую документацию на высоком уровне в соответствии со спецификой	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	образовательной программы			
	владеть инструментами для подготовки, создания и внедрения технической документации.	Выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-9	знать подходы к формализации задач по разработке модулей компонентов программных средств САПР	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять знания при создании и тестировании ПО и модулей для систем автоматизации, а также разработки собственных приложений САПР	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инструментальными средствами по разработке модулей и самостоятельного ПО.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать стандарты, приемы и правила для понимания, создания и разработки технической документации	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать и использовать техническую документацию на высоком уровне в соответствии со спецификой образовательной программы	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть инструментами для подготовки, создания и	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	внедрения технической документации.			
--	---	--	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

Не предусмотрено учебным планом.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Созднение шаблона проекта
2. Установка настроек в проектном проекте
3. Подключение требуемых библиотек, программное конфигурирование.
4. Сборка проектного решения, выбор комплекта.
5. Настройка сборщика проекта, настройки.
6. Тестирование проекта.
7. Отладочный процесс в проекте.
8. Поиск зависимостей в проекте.
9. Профилирование и оптимизация в проекте.
10. Подготовка установочного комплекта.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Приложение с использованием БД и построением моделей.
2. Приложение добавлением в модель технических условий.
3. Приложение с встраиваемым в САПР систему параметрическим интерфейсом.
4. Приложение с визуализацией твердотельных моделей.
5. Приложение по обработке различных форматов данных.
6. Приложение с по поиску данных в некоторой цифровой модели (моделях).
7. Встраиваемое приложение (модуль) в одну из систем САПР по моделированию.
8. Модуль для систем управления цифровыми данными на производстве.
9. Создание приложения с использованием геометрических ядер.
10. Создание прикладной библиотеки станочных приспособлений.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Что такое промышленный программный продукт. Дать определения пакета прикладных программ, программной системы.
2. Жизненный цикл программного обеспечения. Дать краткую характеристику каждого этапа.
3. Почему программные системы сложны. Привести пять признаков сложной системы.
4. Техническое задание. Перечислить и охарактеризовать разделы, входящие в техническое задание.



5. Дать определения проекта, процесса, продукта с точки зрения унифицированного процесса разработки программного обеспечения.

6. Что такое артефакт. В чем преимущества организованного процесса разработки программного обеспечения.

7. Использование языка UML при проектировании сложных программных систем. Какие диаграммы используются в UML для создания моделей программной системы.

8. Понятие класса и объекта. Что может быть объектом. Что такое атрибут и операция.

9. Пять критериев проверки правильности построения класса.

10. Что такое классификация с точки зрения объектно-ориентированного проектирования программных систем. Теории классификации.

11. Методы классификации.

12. Дать определение тестированию и отладке. Локализация ошибок. Классификация ошибок. Безопасное программирование.

13. Оценки ошибок.

14. Документирование. Состав и содержание документов, прилагаемых к программной системе.

15. Внедрение программного комплекса. Планирование испытаний.

16. Внедрение программного комплекса. Подготовка тестовых данных. Анализ результатов испытаний.

17. Оценка качества программного обеспечения. Методы оценки свойств программного обеспечения.

18. Топология объектов

19. Типовые алгоритмы по перемещению и вращению объектов

20. Типовые алгоритмы по масштабированию объектов

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Студенту на подготовку отводится 20 минут. После подготовки студент дает устный ответ на билет и дополнительные вопросы, задаваемые преподавателем.

1. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент не дал развернутый ответ на вопросы и/или не ответил ни на один дополнительный вопрос.

2. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент ответил на вопросы билета и дополнительные вопросы.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в дисциплину	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.
2	Топология объектов в САПР	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.
3	Методы и алгоритмы расчётов в САПР	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.
4	Методы и алгоритмы построения моделей в САПР	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.
5	Экспорт и импорт данных в САПР. Форматы данных	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.
6	Разработка продуктов на базе геометрических ядер. Подготовка технической документации	ОПК-9, ПК-3	Зачет, защита лабораторных работ.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

### 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. С. Орлов. Технологии разработки программного обеспечения. Учебное пособие. — СПб.: Изд-во «Питер», 2003. — 480 с.

2. Мирошниченко Е.А. Технология программирования: Учебное пособие. — Томск: Изд. ТПУ, 2011. — 42 с.

3. ИСО 9000-3: ИСО 9001 Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества, часть 3: Руководящие указания по применению ИСО 9001 при разработке, поставке и обслуживанию программного. Международная организация стандартов, Женева, 1991.

4. ИСО/МЭК 9126 Информационные технологии. Оценка продукции программного обеспечения. Характеристики качества и инструкции по их применению. Международная организация стандартов, Женева, 1991.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Лицензионное ПО:

- Microsoft Word
- Siemens NX 10,11;
- Solid Edge;
- Solid Works;

Свободное программное обеспечение:

- MS Visual Studio Community Edition с компонентом SQL Server Data Tools;

- Среда разработки Qt Creator +Qt SDK;
- Open Cascade.
- LibreOffice

Отечественное ПО:

- СУБД Линтер

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатории (г. Воронеж, ул. Плехановская, д. 11):

- 202/2.
- 215/2.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы и алгоритмы разработки систем автоматизированного проектирования» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.