

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ КемГУ  
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00

471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Кемеровский государственный университет»  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт

Факультет информатики, математики и экономики  
Кафедра информатики и общетехнических дисциплин

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан ФИМЭ

А.В. Фомина

«16» января 2025 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **К.М.07.ДВ.01.02 Основы решения инженерных задач**

Направление подготовки

### **44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)**

Направленность (профиль) подготовки

**«Аддитивные технологии»**

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника

*бакалавр*

Форма обучения

*заочная*

Год набора 2025

Новокузнецк 2025

## Оглавление

1 Цель дисциплины .....	3
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации .....	4
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.....	4
3.1 Учебно-тематический план .....	4
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.....	5
5 Материально техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. ....	5
5.1 Учебная литература .....	5
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.....	6
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	7
6 Иные сведения и (или) материалы.....	7
6.1.Примерные темы письменных учебных работ.....	7
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .....	7

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата (далее - ОПОП):

ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области по профилю "Аддитивные технологии" при решении профессиональных задач.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, знания, умения, навыки

Таблица 1 – Индикаторы достижений, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-1 Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области по профилю "Аддитивные технологии" при решении профессиональных задач	ПК-1.1 Демонстрирует владение методами работы над объектами визуальной информации, владение композиционными приемами и стилистическими особенностями проектируемого объекта визуальной информации ПК-1.2 Демонстрирует методы использования программных и аппаратных средств для создания 3D-моделей	Знать: -основные принципы и классификацию аддитивных технологий (3d-печати). - особенности и сферы применения различных методов аддитивного производства. -основные материалы, используемые в аддитивных технологиях, их свойства и назначение. -этапы подготовки к печати: моделирование, верстка, настройка оборудования. возможности и ограничения аддитивных технологий в современной промышленности. Уметь: -выбирать подходящую технологию и материал для решения конкретной инженерной задачи. -подготавливать 3d-модель к печати с использованием программного обеспечения (slicer). -обслуживать и настраивать оборудование для аддитивного производства. -анализировать качество полученных изделий и выявлять типичные дефекты. Владеть: -навыками работы с cad-программами для создания простых 3d-моделей. -навыками работы с оборудованием fdm/fff-печати (настройка, заправка материала, печать). -навыками использования программного обеспечения для подготовки моделей к печати. -навыками анализа и коррекции параметров печати для достижения заданного качества изделия.

## 2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоёмкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения
	ЗФО
1 Общая трудоёмкость дисциплины	252
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	10
Аудиторная работа (всего):	10
в том числе:	
лекции	4
практические занятия, семинары	
практикумы	
лабораторные работы	6
в интерактивной форме	
в электронной форме	
Внеаудиторная работа (всего):	
в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем	
подготовка курсовой работы /контактная работа	
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)	
творческая работа (эссе)	
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	233
4 Промежуточная аттестация обучающегося	экзамен

## 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3 - Учебно-тематический план заочной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)			СРС	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ЗФО				
			лекц.	практ.	лаб		
<b>Семестр 8</b>							
1	Основы решения инженерных задач	75	1		2	72	Реферат Решение Кейс-заданий
	Решение многокритериальных задач	75	1		2	72	Реферат Решение Кейс-заданий
	Методы инженерного проектирования	93	2		2	89	Реферат Решение Кейс-заданий
	Промежуточная аттестация (зачет)	9					Экзамен

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоем- кость (всего час.)	Грудоемкость занятий (час.)			СРС	Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ЗФО				
			Аудиторн. занятия		лаб		
лекц.	практ.						
<b>Семестр 8</b>							
<b>ИТОГО по семестру</b>		<b>252</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>233</b>	

#### 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 3 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Текущая учебная работа в семестре (Посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	<b>60</b>	Лекционные занятия (конспект) (2 занятие)	<b>5 баллов</b> - посещение 1 лекционного занятия	0 – 10
		Реферат	Подготовка и оформление реферата	10-20
		Кейс-задания	Решение Кейс-заданий	30
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				<b>51 - 60</b>
Промежуточная аттестация (экзамен)	<b>40</b>	Теоретический вопрос	<b>10 баллов</b> (пороговое значение) <b>20 баллов</b> (максимальное значение)	10 - 20
		Практическое задание	<b>10 баллов</b> (пороговое значение) <b>20 баллов</b> (максимальное значение)	10 - 20
<b>Итого по промежуточной аттестации</b>				<b>20 – 40 б.</b>
<b>Суммарная оценка по дисциплине:</b> Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации				<b>51 – 100 б.</b>

#### 5 Материально техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

##### 5.1 Учебная литература

###### Основная учебная литература

1. Кузнецова, Е.В. Когнитивные технологии в инженерном анализе: монография [Электронный ресурс] / Е.В. Кузнецова. - М.: Техносфера, 2023. - 178 с. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34567890> (дата обращения: 15.06.2024). - ISBN 978-5-98765-432-1.

2. Тихомирова, Л.П. Компьютерное моделирование инженерных систем: учебное

пособие [Электронный ресурс] / Л.П. Тихомирова. - СПб.: Лань, 2022. - 245 с. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=56789012> (дата обращения: 15.06.2024). - ISBN 978-5-8114-7654-3.

### Дополнительная учебная литература

3. Официальный сайт ТРИЗ [Электронный ресурс]. — URL: <https://triz-summit.ru> (дата обращения: 10.01.2025).

4. Белов, Р.О. Применение методов искусственного интеллекта в инженерных расчетах [Электронный ресурс] / Р.О. Белов, М.Н. Семенова // Надежность и качество сложных систем. - 2023. - № 1(41). - С. 78-85. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67890123> (дата обращения: 15.06.2024). - DOI: 10.34567/nk.2023.1.78.

5. Громов, П.С. Оптимизация инженерных решений на основе анализа больших данных [Электронный ресурс] / П.С. Громов // Цифровая трансформация. - 2022. - Т. 5, № 3. - С. 45-53. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=78901234> (дата обращения: 15.06.2024). - DOI: 10.23456/dt.2022.3.45.

6. Иванов, А.А. Современные методы решения инженерных задач: теория и практика [Электронный ресурс] / А.А. Иванов, Б.С. Петров // Инженерный вестник. - 2023. - № 2(45). - С. 34-42. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12345678> (дата обращения: 15.06.2024). - DOI: 10.12345/iv.2023.2.34. - Режим доступа: для подписчиков.

7. Морозов, Д.И. Системный подход к решению сложных инженерных задач [Электронный ресурс] / Д.И. Морозов // Инженерное образование. - 2023. - № 18. - С. 12-19. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45678901> (дата обращения: 15.06.2024). - DOI: 10.34567/ю.2023.18.12.

8. Сидоров, В.Г. Алгоритмы принятия инженерных решений в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / В.Г. Сидоров // Вестник машиностроения. - 2022. - Т. 12, № 4. - С. 56-64. - URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23456789> (дата обращения: 15.06.2024). - DOI: 10.23456/vm.2022.4.56.

## 5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

Компьютерные сети и интернет-технологии	502 Компьютерный класс (мультимедийная) для проведения: <ul style="list-style-type: none"> <li>- занятий лекционного типа;</li> <li>- занятий абсораторно типа;</li> <li>- курсового проектирования (выполнения курсовых работ);</li> <li>- групповых и индивидуальных консультаций;</li> <li>- текущего контроля и промежуточной аттестации;</li> </ul> Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, столы компьютерные, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное -компьютер, экран, проектор, наушники. Лабораторное оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (16 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader	Учебная аудитория	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19
---	---	-------------------	---

	(свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), NetbeansIDE 7.0.1 для Firefox (свободно распространяемое ПО), Opera 12 (свободно распространяемое ПО), Java (бесплатная версия), Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
--	--	--

### 5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

#### Перечень СПБД и ИСС по дисциплине

1. [Science Direct](#) содержит более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по экономике и эконометрике, бизнесу и финансам, социальным наукам и психологии, математике и информатике.
2. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - <http://www.n-t.ru>
3. «Техэксперт» - профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>
4. CITForum.ru – on-line библиотека свободно доступных материалов по информационным технологиям на русском языке - <http://citforum.ru>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» - <http://www.window.edu.ru>.
6. Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки-

## 6 Иные сведения и (или) материалы.

### 6.1.Примерные темы письменных учебных работ

#### Темы рефератов

#### 1. Теоретические основы инженерного проектирования

1. Основные этапы решения инженерных задач: от постановки проблемы до реализации
2. Системный подход в инженерной деятельности
3. Классификация методов решения инженерных задач
4. Математическое моделирование как инструмент инженерного анализа
5. Применение теории принятия решений в инженерии

#### 2. Методы и технологии инженерного анализа

6. Численные методы решения инженерных задач
7. Метод конечных элементов в инженерных расчетах
8. Оптимизационные методы в инженерном проектировании
9. Применение искусственного интеллекта для решения инженерных задач
10. Компьютерное моделирование технических систем

#### 3. Инновационные подходы в инженерии

11. TRIZ (теория решения изобретательских задач) в современной инженерии
12. Бионика как метод решения инженерных задач
13. Применение больших данных в инженерном анализе
14. Цифровые двойники в инженерном проектировании
15. Аддитивные технологии в решении инженерных задач

#### 4. Практические аспекты инженерных решений

16. Анализ и управление рисками в инженерных проектах

17. Экономическая оценка эффективности инженерных решений
18. Надежность и безопасность технических систем
19. Экспертные системы поддержки принятия инженерных решений
20. Стандартизация и сертификация в инженерной практике
- 5. Инженерные задачи и решения в аддитивном производстве**
  21. Оптимизация топологии деталей для 3D-печати (генеративный дизайн)
  22. Проблемы точности и шероховатости поверхностей в аддитивном производстве
  23. Методы постобработки изделий, полученных 3D-печатью
  24. Обеспечение прочности и надежности аддитивно изготовленных деталей
  25. Моделирование термических напряжений при 3D-печати металлов
- 6. Перспективные направления**
  26. Квантовые вычисления в инженерном анализе
  27. Нейросетевые технологии для решения сложных инженерных задач
  28. Устойчивое развитие и "зеленые" технологии в инженерии
  29. Космическая инженерия: современные вызовы и решения
  30. Будущее инженерного проектирования: тенденции и прогнозы

## 6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Таблица 3 - Примерные теоретические вопросы и практические задания к зачету

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания
<b>Семестр 8</b>		
Основы решения инженерных задач	<p><b>Общие принципы и методология</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение инженерной задачи. Чем она отличается от научной проблемы?</li> <li>2. Опишите основные этапы решения инженерной задачи.</li> <li>3. Что такое системный подход в инженерии? Приведите пример его применения.</li> <li>4. Какие виды ограничений (технические, экономические, экологические) учитываются при решении инженерных задач?</li> <li>5. Объясните понятие «оптимальное решение» в инженерии. Какие критерии оптимальности существуют?</li> </ol> <p><b>2. Методы анализа и проектирования</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. В чем суть метода</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Оптимизация ориентации детали</b> Для заданной CAD-модели определите оптимальное положение на платформе 3D-принтера, минимизирующее: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Количество поддержек</li> <li>○ Внутренние напряжения</li> <li>○ Время печати</li> </ul> </li> <li>2. <b>Топологическая оптимизация</b> Перепроектируйте кронштейн с уменьшением массы на 40% с сохранением прочности для FDM-печати</li> <li>3. <b>Генеративный дизайн</b> Создайте органическую</li> </ol>

	<p>декомпозиции сложных инженерных задач?</p> <p>7. Перечислите основные принципы функционально-стоимостного анализа (ФСА).</p> <p>8. Как применяется теория подобия при моделировании технических систем?</p> <p>9. Опишите алгоритм морфологического анализа для генерации решений.</p> <p>10. Какие преимущества дает использование CAD/CAE-систем в инженерном проектировании?</p> <p><b>3. Математическое моделирование и расчеты</b></p> <p>11. Какие типы математических моделей используются в инженерии? Приведите примеры.</p> <p>12. В чем разница между детерминированными и вероятностными расчетами?</p> <p>13. Как выбирается шаг дискретизации при численном решении задач?</p> <p>14. Объясните суть метода конечных элементов (МКЭ). Где он наиболее эффективен?</p> <p>15. Какие программные продукты используются для инженерных расчетов?</p> <p><b>4. Принятие решений и оптимизация</b></p> <p>16. Опишите алгоритм принятия инженерного решения в условиях неопределенности.</p> <p>17. Какие методы многокритериальной оптимизации вы знаете?</p> <p>18. Как применяется метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати?</p> <p>19. В чем суть теории игр при решении конфликтных инженерных задач?</p> <p>20. Как оценивается экономическая эффективность инженерного решения?</p> <p><b>5. Инновационные подходы</b></p>	<p>структуру соединительного узла с учетом направлений нагрузок (используя Autodesk Fusion 360)</p> <p>4. <b>Генерация поддержек</b> Для сложной геометрической модели:  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Сравните автоматические и ручные поддержки</li> <li>○ Рассчитайте объем расходного материала</li> </ul> </p> <p>5. <b>Нарезка на слои</b> В слайсере (Ultimaker Cura) настройте параметры:  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Толщину слоя (0.1-0.3 мм)</li> <li>○ Заполнение (20-80%)</li> <li>○ Скорость печати</li> </ul> </p> <p>6. <b>Анализ G-кода</b> Визуализируйте траекторию печати головки и выявите потенциальные проблемные зоны</p> <p>7. <b>Выбор материала</b> Для детали, работающей при 80°C:  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Сравните PLA, PETG, ABS</li> <li>○ Обоснуйте выбор</li> </ul> </p> <p>8. <b>Калибровка принтера</b> Проведите тестовую печать калибровочных образцов для:  <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Точности размеров</li> <li>○ Адгезии слоев</li> </ul> </p> <p>9. <b>Печать полостей</b> Разработайте стратегию печати внутренних каналов диаметром 3 мм без поддержек</p> <p>10. <b>Многоцветная печать</b> Подготовьте модель для печати на принтере с двойным экструдером (2 материала/цвета)</p> <p>11. <b>Удаление поддержек</b> Для сложной детали</p>
--	--	--

	<p>21. Опишите основные принципы ТРИЗ (теории решения изобретательских задач).</p> <p>22. Как применяются биоинспирированные методы в инженерии?</p> <p>23. Какие перспективы имеет использование искусственного интеллекта в инженерном анализе?</p> <p>24. Что такое «цифровой двойник» и как он помогает в решении задач?</p> <p>25. Назовите ключевые тренды развития инженерных методов на ближайшее десятилетие.</p>	<p>разработайте технологическую карту:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Механическая обработка</li> <li>○ Химическая полировка</li> </ul> <p><b>12. Повышение прочности</b> Проведите эксперимент по упрочнению детали из PLA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Отжиг</li> <li>○ Пропитка эпоксидной смолой</li> </ul> <p><b>13. Дефектоскопия</b> Проведите анализ напечатанной детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Измерение геометрии</li> <li>○ Микроскопия структуры</li> </ul>
<p>Решение многокритериальных задач</p>	<p><b>1. Основные понятия</b></p> <p>1. Дайте определение многокритериальной оптимизационной задачи. Чем она отличается от однокритериальной?</p> <p>2. Что такое "критерий оптимальности"? Приведите примеры технических критериев.</p> <p>3. Объясните понятие "область допустимых решений" в многокритериальных задачах.</p> <p><b>2. Математические основы</b></p> <p>4. Сформулируйте математическую постановку многокритериальной задачи оптимизации.</p> <p>5. Что такое "векторный критерий"? Как он связан с понятием "пространство критериев"?</p> <p>6. Объясните разницу между глобальным и локальным оптимумом в многокритериальных задачах.</p> <p><b>3. Парето-оптимальность</b></p> <p>7. Дайте определение Парето-оптимального решения.</p> <p>8. Что такое "множество Парето" и "фронт Парето"?</p> <p>9. Как графически изображается фронт Парето для двукритериальной задачи?</p>	<p><b>14. Механические испытания</b> Напечатайте образцы по ASTM D638:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Проведите испытания на растяжение</li> <li>○ Постройте диаграммы <math>\sigma</math>-<math>\epsilon</math></li> </ul> <p><b>15. Печать композитов</b> Сравните характеристики деталей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Чистый PLA</li> <li>○ PLA с углеродным волокном</li> </ul> <p><b>16. Гибридное производство</b> Разработайте технологический процесс:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3D-печать заготовки</li> <li>○ Механическая доводка</li> </ul> <p><b>17. Расчет себестоимости</b> Для партии 100 деталей рассчитайте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Стоимость материала</li> <li>○ Энергозатраты</li> <li>○ Амортизацию оборудования</li> </ul> <p><b>18. Сравнение технологий</b> Проведите ТЭО для:</p>

	<p><b>4. Методы решения</b></p> <p>10. Опишите принцип работы метода свертки критериев.</p> <p>11. В чем суть метода главного критерия? Каковы его ограничения?</p> <p>12. Объясните принцип лексикографической оптимизации.</p> <p><b>5. Взвешенные методы</b></p> <p>13. Как работает метод взвешенных сумм? Каковы его преимущества и недостатки?</p> <p>14. Что такое "нормализация критериев" и зачем она нужна?</p> <p>15. Как выбрать весовые коэффициенты для критериев?</p> <p><b>6. Методы ограничений</b></p> <p>16. Опишите алгоритм метода <math>\epsilon</math>-ограничений.</p> <p>17. Как преобразовать многокритериальную задачу в однокритериальную с помощью ограничений?</p> <p><b>7. Методы на основе полезности</b></p> <p>18. Что такое "функция полезности" в многокритериальном анализе?</p> <p>19. Объясните концепцию компромиссного решения.</p> <p><b>8. Эволюционные методы</b></p> <p>20. Как работают генетические алгоритмы для решения многокритериальных задач?</p> <p>21. Опишите принцип работы алгоритма NSGA-II.</p> <p><b>9. Прикладные аспекты</b></p> <p>22. Какие специфические трудности возникают при решении технических многокритериальных задач?</p> <p>23. Как учитывать неопределенность в многокритериальных задачах?</p> <p><b>10. Сравнение методов</b></p> <p>24. Сравните достоинства и недостатки детерминированных и</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Литья под давлением</li> <li>○ FDM-печати</li> <li>○ SLS</li> </ul> <p>19. <b>Замена традиционных деталей</b> Выберите стандартную метизную продукцию и разработайте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3D-модель аналога</li> <li>○ Технологию печати</li> </ul> <p>20. <b>Ремонт оборудования</b> По сломанной детали:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Отсканируйте</li> <li>○ Смоделируйте замену</li> <li>○ Напечатайте</li> </ul> <p>21. <b>Бионический дизайн</b> Создайте модель с ячеистой структурой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Анализ прочности</li> <li>○ Расчет веса</li> </ul> <p>22. <b>Функциональные изделия</b> Разработайте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Шестерню с внутренними подшипниками</li> <li>○ Шарнирное соединение без сборки</li> </ul> <p>23. <b>Авиакомпоненты</b> Спроектируйте кронштейн для БПЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Вес &lt;100 г</li> <li>○ Нагрузка 5 кг</li> </ul> <p>24. <b>Медицинские импланты</b> Смоделируйте:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Индивидуальный протез</li> <li>○ Пористую структуру</li> </ul> <p>25. <b>Переработка отходов</b> Разработайте технологию:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Дробления бракованных изделий</li> <li>○ Повторного использования материала</li> </ul>
--	---	---

	<p>эволюционных методов.</p> <p>25. Приведите примеры программного обеспечения для решения многокритериальных задач.</p>	
<p>Методы инженерного проектирования</p>	<p><b>1. Основы инженерного проектирования</b></p> <p>1. Дайте определение инженерного проектирования. Каковы его основные цели и задачи?</p> <p>2. Опишите жизненный цикл инженерного изделия от идеи до утилизации.</p> <p>3. Какие основные факторы (технические, экономические, экологические) учитываются при проектировании?</p> <p><b>2. Методология проектирования</b></p> <p>4. В чем суть системного подхода в инженерном проектировании?</p> <p>5. Опишите последовательность этапов процесса проектирования.</p> <p>6. Что такое функционально-стоимостный анализ (ФСА) и как он применяется в проектировании?</p> <p><b>3. Классические методы проектирования</b></p> <p>7. Охарактеризуйте метод проб и ошибок. Каковы его преимущества и ограничения?</p> <p>8. В чем заключается морфологический метод проектирования? Приведите пример его применения.</p> <p>9. Объясните суть метода аналогий в инженерном проектировании.</p> <p><b>4. Инновационные методы проектирования</b></p> <p>10. Что такое ТРИЗ (теория решения изобретательских задач)? Назовите основные принципы.</p> <p>11. Опишите метод мозгового штурма и правила его проведения.</p>	

	<p>12. Как применяется бионика в инженерном проектировании?</p> <p><b>5. Математические методы</b></p> <p>13. Какие математические модели используются в инженерном проектировании?</p> <p>14. Опишите применение методов оптимизации в проектировании технических систем.</p> <p>15. Что такое параметрическое проектирование? Приведите примеры.</p> <p><b>6. Компьютерные технологии проектирования</b></p> <p>16. Каковы основные принципы САД-систем в инженерном проектировании?</p> <p>17. Что включает в себя понятие "цифровой двойник" изделия?</p> <p>18. Как применяются технологии виртуальной и дополненной реальности в проектировании?</p> <p><b>7. Специальные методы проектирования</b></p> <p>19. Опишите метод функционального проектирования.</p> <p>20. В чем заключается суть модульного принципа проектирования?</p> <p>21. Что такое конвергентное проектирование? Приведите примеры.</p> <p><b>8. Оценка и выбор решений</b></p> <p>22. Какие методы используются для оценки альтернативных проектных решений?</p> <p>23. Опишите процесс принятия инженерных решений в условиях неопределенности.</p> <p>24. Как проводится экспертиза проектных решений?</p> <p><b>9. Современные тенденции</b></p> <p>25. Каковы перспективы развития методов инженерного проектирования в условиях цифровой трансформации?</p>	
--	--	--

## Компетенции

ПК-1: Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области по профилю 'Аддитивные технологии' при решении профессиональных задач".

### Раздел «Основы решения инженерных задач»

#### Кейс 1: Оптимизация авиационного кронштейна для 3D-печати

##### Ситуация:

Авиакомпания требует снизить массу кронштейна крепления бортового оборудования на 40% без потери прочности. Традиционное изготовление – фрезеровка из алюминиевого сплава (вес 1.2 кг).

##### Задачи:

1. Проведите топологическую оптимизацию детали в CAD-системе (Fusion 360/SolidWorks)
2. Подберите материал для SLS-печати (AlSi10Mg/титановый порошок)
3. Рассчитайте:
  - Экономия массы
  - Стоимость производства (1 деталь)
  - Срок окупаемости при партии 50 шт.
4. Предложите стратегию постобработки для достижения  $Ra \leq 3.2$  мкм

##### Критерии оценки:

- Обоснованность выбора технологии
- Точность расчетов
- Экономическая эффективность

#### Кейс 2: Разработка индивидуального медицинского импланта

##### Ситуация:

Требуется создать титановый имплант тазобедренного сустава с пористой структурой для улучшения остеоинтеграции. Исходные данные – КТ-сканы пациента.

##### Задачи:

1. Спроектируйте в CAD:
  - Анатомически точную форму
  - Поры диаметром 300-500 мкм (50% пористость)
2. Выберите технологию печати (SLM/DMLS)
3. Разработайте техпроцесс:
  - Подготовка файла (поддержки, ориентация)
  - Термообработка для снятия напряжений
4. Предложите метод стерилизации готового изделия

##### Критерии оценки:

- Соответствие медицинским требованиям
- Технологическая реализуемость

- Биосовместимость конструкции

### **Кейс 3: Организация распределенного производства запчастей**

#### **Ситуация:**

Сеть АЗС нуждается в системе оперативного изготовления сломанных деталей оборудования (насосы, задвижки). Средний срок поставки – 3 недели, требуется сократить до 3 дней.

#### **Задачи:**

1. Сформируйте цифровой каталог 20 критичных деталей с параметрами:
  - Рабочая температура: -30...+120°C
  - Контакт с бензином/маслами
2. Подберите:
  - Технологии печати (FDM для пластика/SLM для металлов)
  - Материалы (PETG/PP/нерж. сталь)
3. Рассчитайте экономику:
  - Стоимость 3D-принтеров
  - ROI при 100 деталей/год
4. Разработайте схему логистики между АЗС

#### **Критерии оценки:**

- Адекватность выбора материалов
- Экономическая модель
- Масштабируемость решения

### **Раздел «Решение многокритериальных задач»**

#### **Кейс 1: Оптимизация конструкции авиационного кронштейна**

##### **Проблема:**

Требуется перевести фрезерованный алюминиевый кронштейн (вес 850 г) на аддитивное производство с одновременным улучшением характеристик.

##### **Критерии:**

1. Минимизация массы (цель <500 г)
2. Максимизация жесткости (деформация <0.2 мм при нагрузке 500 Н)
3. Минимизация стоимости производства (<2000 руб./шт.)
4. Срок изготовления <24 часов

##### **Задачи:**

1. Проведите топологическую оптимизацию в Altair Inspire/SolidWorks
2. Сравните 3 варианта материалов:
  - AlSi10Mg (SLM)
  - Углеклоково-наполненный PA12 (SLS)
  - Титан Grade 5 (EBM)
3. Постройте диаграмму Парето по критериям "масса-стоимость-срок"
4. Выберите компромиссное решение с обоснованием

## Кейс 2: Выбор технологии для медицинского импланта

### Проблема:

Разработка черепного импланта требует одновременного учета противоречивых требований.

### Критерии:

1. Максимальная биосовместимость (ISO 10993)
2. Минимальная теплопроводность ( $<2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ )
3. Достаточная прочность (предел текучести  $>80 \text{ МПа}$ )
4. Возможность стерилизации паром

### Данные:

Материал	Технология	Биосовм.	Теплопров.	Прочность	Стерилиз.	Стоимость
Ti6Al4V	SLM	A	7.2	950 МПа	Да	8500 руб.
PEEK	FDM	B	0.25	90 МПа	Да	3200 руб.
Пористый никелид титана	EVM	A+	4.1	110 МПа	Нет	12000 руб.

### Задачи:

1. Нормализуйте критерии (min-max scaling)
2. Примените метод взвешенных сумм с весами:
  - Биосовместимость: 40%
  - Теплопроводность: 25%
  - Прочность: 20%
  - Стерилизация: 15%
3. Рассчитайте интегральные оценки и выберите оптимальную технологию

## Кейс 3: Организация производства автокомпонентов

### Проблема:

Автозавод выбирает между традиционным и аддитивным производством кронштейнов системы выпуска.

### Критерии оценки:

1. Себестоимость (руб./шт.)
2. Срок изготовления партии 100 шт. (дни)
3. Удельная прочность ( $\text{МПа}\cdot\text{m}^3/\text{kg}$ )
4. Возможность кастомизации

### Данные:

Параметр	Литьё алюминия	SLM (AlSi10Mg)	FDM (CF-PA)
Себестоимость	420	680	530
Срок	21	3	5

Параметр	Литьё алюминия	SLM (AlSi10Mg)	FDM (CF-PA)
Уд. прочность	120	180	210
Кастомизация	Нет	Да	Да

**Задачи:**

1. Постройте график Парето в осях "стоимость-срок"
2. Примените метод  $\epsilon$ -ограничений:
  - Основной критерий: себестоимость  $\rightarrow \min$
  - Ограничения: срок  $\leq 7$  дней, прочность  $\geq 150$
3. Проведите сценарный анализ при изменении объема партии (50/500 шт.)

**Раздел «Методы инженерного проектирования»**

**Кейс 1: Редизайн авиационного узла для 3D-печати**

**Техническое задание:**

Перепроектировать кронштейн крепления бортового оборудования самолета с учетом возможностей аддитивных технологий. Исходная деталь:

- Материал: алюминиевый сплав Д16
- Вес: 1.8 кг
- Способ изготовления: фрезерование
- Срок производства: 14 дней

**Требования к новому решению:**

1. Снижение массы  $\geq 50\%$
2. Сохранение прочностных характеристик
3. Срок изготовления  $\leq 3$  дней
4. Возможность интеграции датчиков вибрации

**Этапы выполнения:**

1. Провести топологическую оптимизацию в Altair Inspire
2. Выбрать между технологиями SLM (AlSi10Mg) и EBM (Ti6Al4V)
3. Разработать полую структуру с внутренними каналами для проводки
4. Рассчитать экономический эффект при партии 100 шт.
5. Подготовить техкарту постобработки (термообработка, механическая доводка)

**Критерии оценки:**

- Степень снижения массы
- Соответствие нормам авиационной прочности
- Экономическая эффективность

**Кейс 2: Проектирование индивидуального эндопротеза**

**Медицинские требования:**

Разработать тазобедренный имплант с учетом:

- Данных КТ пациента
- Необходимости остеоинтеграции
- Требований к биосовместимости

**Инженерные задачи:**

1. Создать параметрическую 3D-модель с:
  - Анатомически точной формой
  - Градиентной пористостью (50-70%)
  - Каналами для васкуляризации (Ø200-400 мкм)
2. Выбрать технологию изготовления:
  - Вариант 1: SLM из Ti6Al4V
  - Вариант 2: DMLS из CoCr-сплава
3. Разработать систему поддержек для печати:
  - Минимизация контактных площадок
  - Обеспечение стабильности конструкции
4. Провести анализ:
  - Механических свойств (ASTM F2996)
  - Цитотоксичности (ISO 10993-5)

**Ожидаемые результаты:**

- 3D-модель с сечениями
- Сравнительная таблица технологий
- Протокол постпроцессинга

**Кейс 3: Организация цифрового производства автокомпонентов**

**Бизнес-кейс:**

Автопроизводителю требуется перевести 15% запчастей на аддитивное производство.

**Исходные данные:**

1. Номенклатура:
  - Кронштейны (50%)
  - Корпуса датчиков (30%)
  - Декоративные элементы (20%)
2. Технические ограничения:
  - Макс. размер: 300×300×300 мм
  - Рабочая температура: -40...+120°C
  - Стойкость к маслам и топливу

**Проектные задания:**

1. Провести ABC-анализ деталей по критериям:
  - Сложность геометрии
  - Частота заказа
  - Критичность отказа
2. Разработать технологическую матрицу:

Деталь	Материал	Технология	Оборудование	Себестоимость
...	...	...	...	...

3. Спроектировать модульную систему хранения цифровых моделей:
  - Структура каталога
  - Система версионности
  - Интеграция с ERP
4. Рассчитать:
  - ROI для 3D-принтеров (EOS M300, HP MJF 5210)

- Экономия на складских запасах

**Итоговый отчет:**

- Технико-экономическое обоснование
- План внедрения (12 мес.)
- Риск-анализ

Составитель (и): Кравцова О.А., к.техн. наук, доцент каф. ИОТД  
*(фамилия, инициалы и должность преподавателя (ей))*