



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)

«СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки
15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ИНСТИТУТ

агроинженерии и пищевых систем

РАЗРАБОТЧИК

кафедра инжиниринга технологического оборудования

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
ПК-1: Способен осуществлять подготовку и редактирование проектно-конструкторской и технологической документации в CAD- и CAPP-системах, проводить расчет, моделирование и обрабатывать данные объективного контроля технологических процессов при изготовлении изделий высокой сложности.	Современные аддитивные технологии	<i>Знать:</i> - терминологию аддитивного производства, его общую модель и этапы; - теоретические основы процессов производства изделий с помощью аддитивных технологий; - основные технологические операции при изготовлении и доработке изделий; - методы расчета и моделирования процессов изготовления изделий. <i>Уметь:</i> - выбирать подходящие технологические процессы получения изделий с помощью аддитивных технологий; - оценивать технологичность конструкции изделий по технико-экономическим критериям; - разрабатывать технологическую документацию на процессы изготовления изделий с применением аддитивных технологий. <i>Владеть:</i> - навыками выбора процесса трехмерного производства по технико-экономическим показателям с учетом энерго- и ресурсосбережения; - методиками разработки технологических операций изготовления машиностроительных изделий; - навыками использования методов обеспечения структуры и эксплуатационных свойств изделий на стадии производства.

11.2. К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задания для контрольных работ (для заочной формы обучения).

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
			релевантные задаче данные	релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Компетенция ПК-1: Способен осуществлять подготовку и редактирование проектно-конструкторской и технологической документации в CAD- и CAPP-системах, проводить расчет, моделирование и обрабатывать данные объективного контроля технологических процессов при изготовлении изделий высокой сложности.

Тестовые задания открытого типа

1. Какое преимущество является ключевым для аддитивных технологий по сравнению с традиционным производством?

Ответ: возможность создания сложных геометрических форм изделий без дополнительных затрат.

2. Как аддитивные технологии могут изменить подход к проектированию изделий?

Ответ: глобальное внедрение цифрофизации, увеличение гибкости производства, существенная экономия ресурсов.

3. Какие существенные ограничения у современных аддитивных технологий?

Ответ: большие объёмы производства, прочность и надёжность изделий.

4. Какое главное преимущество имеет технология послойного лазерного спекания порошков (SLS)?

Ответ: возможность создания сложных деталей с высокой прочностью и функциональностью без поддерживающих структур.

5. Почему технология послойного лазерного спекания порошков (SLS) позволяет работать с более широким спектром материалов?

Ответ: лазер напрямую спекает частиц порошка, поэтому можно использовать материалы с высокой температурой плавления.

6. Для каких металлических изделий печать металла с использованием технологии прямого лазерного спекания (SLM) - оптимальное решение?

Ответ: износостойкие детали, теплообменники, формы для литья под давлением.

7. Где технология SLM экономически оправдана, несмотря на высокую стоимость?

Ответ: малые серии, эксклюзивные изделия, ремонт дорогих деталей.

8. В чём заключается технология лазерная стереолитография (SLA)?

Ответ: в послойной мгновенной засветке и отверждении слоя фотополимерных композиций вспышкой ультрафиолетовой лампы.

9. Как влияет длительность импульса УФ-излучения на глубину его проникновения в процессе полимеризации при лазерной стереолитографии?

Ответ: короткие импульсы (микро/ миллисекунды) подходят для тонких слоёв, длинные – для более глубокого проникновения.

10. Основное назначение аддитивных технологий в литейном производстве — это _____.

Ответ: изготовление форм и моделей для последующей литейной обработки

11. Главное преимущество аддитивных технологий в литейном производстве заключается в том, что _____.

Ответ: формы изготавливаются быстрее и дешевле

12. Чаще всего для изготовления литейных форм с помощью аддитивных технологий применяют _____.

Ответ: песчаные смеси

13. Главный фактор, вызвавший рост интереса к аддитивным технологиям в литейном производстве — это _____.

Ответ: сложность традиционной оснастки и длительное время на её изготовление

14. Одной из важнейших сфер применения аддитивных технологий в металлургии является _____.

Ответ: изготовление мастер-моделей и прототипов

15. Основная функция аддитивных технологий в современном литейном производстве — это быстрое получение _____ будущей детали.

Ответ: точного оригинала

16. Главной причиной широкого распространения аддитивных технологий в литейном производстве стало возможность _____ создания сложной оснастки.

Ответ: ускорить процесс

17. Главная особенность применения аддитивных технологий в литье по выплавляемым моделям состоит в том, что они позволяют получать точные _____ любой сложности

Ответ: восковые модели

18. Аддитивные технологии совместно с литьём применяют для ускорения и упрощения процесса изготовления _____.

Ответ: сложных форм

19. Результатом применения аддитивных технологий в литейном производстве является создание _____.

Ответ: уникальных сложных изделий

20. _____ – метод производства металлических заготовок и покрытий, при которой расплавленный металл распыляется газом или центробежными силами, формируя плотный мелкозернистый материал разливают материал по формам.

Ответ: Spray forming

21. Модельный состав из светочувствительной смолы в литейном производстве применяется для создания мастер моделей в процессе _____ и последующего литья по выплавляемым моделям.

Ответ: 3-D печати

22. Spray forming – метод производства _____ и покрытий, при которой расплавленный металл распыляется газом или центробежными силами, формируя плотный мелкозернистый материал.

Ответ: металлических заготовок

23. Технология _____ заключается в послойной мгновенной засветке и отверждении слоя фотополимерных композиций вспышкой ультрафиолетовой лампы.

Ответ: лазерной стереолитографии (SLA)

Тестовые задания закрытого типа

24. Почему именно аддитивные технологии привлекают внимание в литейном производстве?

1. Возможность мгновенного перехода к производству -;	3. Возможность создания сложных форм, невозможных традиционными способами;
2. Увеличивают массу изделий;	4. Нет необходимости в оборудовании.

25. В каких случаях применение аддитивных технологий становится экономически оправданным?

1. Когда нужно произвести большое количество простых деталей;.	3. Когда важна максимальная скорость изготовления крупной партии;
2. Когда необходимо получить небольшое количество сложной уникальной детали;	4. Когда хотят устранить любое человеческое вмешательство.

26. Ограничением аддитивных технологий в литейном производстве является... -

1. Невозможность создания маленьких деталей;	3. Крайняя лёгкость полученного изделия;
2. Ограниченная прочность и долговечность полученных форм;	4. Практически неограниченные возможности.

27. Где именно аддитивные технологии проявляют наибольшую эффективность в литейном производстве?

1. При создании первых опытных образцов сложных деталей;	3. При литье в вакууме;
2. При получении тысяч однотипных изделий;	4. При отливке тонких листовых изделий.

28. Почему ожидается дальнейшее развитие аддитивных технологий в литейном производстве?

1. Традиционные технологии слишком просты;.	3. Нет необходимости контролировать качество изделий -;
2. Возможности аддитивных технологий позволяют решать ранее невыполнимые задачи;	4. Люди устали работать руками.

29. Какие преимущества у технологии цифровой обработки светом (DLP) перед другими методами 3- D печати?

1. высокая скорость	3. многолинейность подачи материала на печать
2. хорошая детализация	4. широкая гамма используемых материалов.

30. Как влияет длительность импульса УФ-излучения на глубину его проникновения в процессе полимеризации при лазерной стереолитографии?

1. короткие импульсы (микро/ миллисекунды) подходят для освещения	3. короткие импульсы (микро/ миллисекунды) подходят только для распыления
2. короткие импульсы (микро/ миллисекунды) подходят для тонких слоёв	4. импульсы длинные – для более глубокого проникновения.

4 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Учебным планом для студентов заочного отделения предусмотрено выполнение контрольной работы.

Задание по контрольной работе предусматривает ответ на два вопроса, что позволяет расширить теоретические знания об особенностях наладки, правилах эксплуатации и ремонте средств технологического оснащения автоматизированных машиностроительных производств.

Положительная оценка «зачтено» выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу).

Типовые вопросы для выполнения контрольной работы приведены ниже:

1 Проанализируйте влияние аддитивных технологий на традиционный цикл производства в машиностроении. За счёт каких факторов происходит уменьшение промежуточных звеньев производственного процесса, ускорение выпуска продукции, уменьшение себестоимости?

2 :Рассчитайте себестоимость изготовления небольшой партии деталей традиционным способом и с помощью 3D-печати. Сделайте вывод о финансовой целесообразности применения аддитивных технологий.

3 Основные методы 3D-печати и их применение в машиностроении. Проведите обзор существующих методов 3D-печати (FDM, SLA, SLS, Polyjet и другие), охарактеризовав их достоинства и недостатки. Выберите два-три метода и обсудите их успешное применение в машиностроении.

4 Сравните технологии 3D-печати: Fused Deposition Modeling (FDM) и Stereolithography (SLA). Проанализируйте плюсы и минусы каждой технологии, расскажите про материалы, применяемые в каждом случае, и покажите отличия в финальном результате изделий. Обоснуйте ситуации, когда предпочтительнее одна технология вместо другой.

5 Изучите особенности технологии SLM. Объясните, как эта технология формирует слои при печати, какие формируются структуры и какие уникальные свойства изделий получаются.

6 Какие типы материалов доступны для PolyJet? Найдите примеры коммерческих изделий, сделанных с использованием этой технологии.

7 Материалы, используемые в 3D-печати (термопласты, металлы, композиты), перечислите их основные характеристики и проведите сравнительный анализ с традиционными материалами машиностроения. Докажите целесообразность использования выбранных вами материалов.

8 Предложите подход к выбору материала для 3D-печати в зависимости от технических требований к изделию. Представьте таблицу, в которой сопоставлены четыре технологии (FDM, SLA, SLS, PolyJet) и подходящие им материалы. Укажите рекомендованную область применения каждого материала и укажите потенциальные ограничения при их использовании.

9 Сравните экономическую составляющую трёх технологий: FDM, SLA и SLS. Проанализируйте стоимость материалов, потребляемой электроэнергии, обслуживания оборудования и подготовки файлов для печати. На основании своего анализа сделайте заключение о том, какая технология выгоднее для малых серий, средних серий и единичных экземпляров.

10 Опишите ограничения и границы возможностей 3D-печати в машиностроительном производстве. Обозначьте причины возникновения этих ограничений и способы их преодоления.

11 Рассчитайте себестоимость изготовления небольшой партии деталей традиционным способом и с помощью 3D-печати. Сделайте вывод о финансовой целесообразности применения аддитивных технологий.

12 Разработайте технологию подготовки изделия после 3D-печати с использованием метода FDM. Укажите рекомендуемые методы очистки, выравнивания поверхности, окраски и укрепления изделия. Рассмотрите возможные дополнительные методы, которые могут потребоваться для улучшения качества изделия.

13 Обоснуйте значение процессов обработки изделия после 3D-печати. Раскройте понятие постобработки и её важность для изделий, выполненных методом 3D-печати. Перечислите основные методы постобработки и выберите подходящий метод для вашего примера детали.

14 Охарактеризуйте качественные характеристики деталей, созданных посредством 3D-печати, сравнив их с деталями, выполненными традиционными методами. Приведите обоснованный вывод о преимуществах и недостатках обоих подходов.

15 Какие численные методы наиболее эффективны для моделирования тепловых процессов в 3- D печати?

16 Как учитываются остаточные напряжения и деформация в моделях послойного наплавления в FDM или селективного лазерного спекания SLS? Какие программные инструменты и алгоритмы применяются для имитации усадки и коробления деталей после печати?

17 Какие подходы используются для оптимизации поддержек и ориентации модели в пространстве для минимизации дефектов печати?

18. Как моделируется взаимодействие материала и лазера в методах в 3- D печати на основе порошков?

19 Рассмотрите влияние различных технологий (FDM, SLA, SLS, PolyJet) на разрешение и точность создаваемого изделия. Обоснуйте, какую технологию следует выбрать для получения минимальной шероховатости поверхности и какой процент усадки материала ожидать при каждом подходе. Предложите пути повышения точности изделий.

20 Приведите примеры актуальных программных пакетов для 3D-проектирования и печати, проанализировав их функционал, интерфейс и стоимость. Выберите одну программу и продемонстрируйте на примере детали полный цикл проектирования и печати.

21 Проанализировав современную литературу и экспертные мнения, предложите свой взгляд на перспективы развития 3D-технологий в машиностроении. Приведите аргументированный прогноз развития технологии в ближайшей перспективе (до 10 лет).

22 Проанализируйте мировые тенденции, уточнив, какие нововведения ожидаются в каждой из технологий (FDM, SLA, SLS, PolyJet). Оцените вероятность появления принципиально новых технологий, дополняющих или замещающих существующие.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Современные аддитивные технологии» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение.

Преподаватель-разработчик – Соколова И.А., к.т.н., доцент

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен и.о. заведующего кафедры инжиниринга технологического оборудования

И.о. заведующего кафедрой



С.Б. Перетятко

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем (протокол № 05 от 30 мая 2025 г).

Председатель методической комиссии



М.Н. Альшевская