

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
 (Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ
 Директор института
 Елкин А.И.
 « 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«САПР технологических процессов»
 (наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

28.03.02 – Наноинженерия

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Инженерные нанотехнологии в машиностроении

(направленность (профиль) подготовки)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «САПР технологических процессов» являются:

- 1) формирование у студентов знаний теории, основных систем автоматизированного проектирования;
- 2) получение навыков проектирования машин и механизмов в системах автоматизированного проектирования.

Особенностью дисциплины является система знаний и практических навыков проектирования изделий заданного качества в заданном количестве при высоких технико-экономических показателях производства.

Задачи дисциплины:

- 1) дать знания по основным положениям теории и практики проектирования;
- 2) привить умения:
 - анализировать исходные данные для проектирования;
 - выбирать рациональные системы автоматизированного проектирования;
- 3) получить навыки:
 - создания твердотельных моделей;
 - проводить анализ сборочного узла;
 - оформлять конструкторскую документацию сборки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «САПР технологических процессов» относится к блоку 1 (часть, формируемая участниками образовательных отношений) дисциплины по выбору учебного плана подготовки бакалавров по направлению 28.03.02 «Наноинженерия».

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами и обеспечивающими (последующими) дисциплинами

Наименование (предыдущих) и обеспечивающих дисциплин	обеспечивающих дисциплин и (последующих)		Разделы данной дисциплины, которые необходимы для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин							
	5 семестр									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Предшествующие дисциплины										
1. Начертательная геометрия	+	+	+	+		+	+		+	
2. Инженерная графика	+	+	+	+	+	+	+		+	
3. Компьютерные технологии в машиностроении	+	+	+	+		+	+		+	
4. Основы технологии машиностроения				+	+					+
5. САПР в машиностроении	+	+	+	+	+	+	+		+	
Последующие дисциплины										
1. Технология машиностроения				+					+	
2. Автоматизация производственных процессов	+	+							+	
3. Оборудование машиностроительного производства			+		+					
4. Технологическая оснастка			+							

Изучение данной дисциплины должно обеспечивать приобретение студентами теоретических знаний и первоначальных навыков проектирования. Это позволяет готовить бакалавров широкого профиля, способных работать практически во всех отраслях промышленности

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций):

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3. Способен проектировать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление продукции из наноматериалов, сплавов и композитов на их основе.	<p>ПК-3.1. Знает типовые виды конструкторской и технологической документации на изготовление продукции из наноматериалов, сплавов и композитов на их основе.</p> <p>ПК-3.2. Умеет использовать программное обеспечение при разработке конструкторской и технологической документации.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками разработки конструкторской и технологической документации на изготовление продукции из наноматериалов, сплавов и композитов на их основе.</p>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - общие требования при использовании информационных технологий и инструментальных средств; <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать инструментальные средства при разработке проектов; <p><i>владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования информационных технологий. 	Тестовые вопросы Отчёт по лабораторной работе
ПК-4. Способен проектировать изделия из наноструктурированных композитных материалов	<p>ПК-4.1. Знает опыт ведущих организаций при проектировании изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p> <p>ПК-4.3. Владеет навыками разработки проектной документации опытного образца (опытной партии) изделий из наноструктурированных композитных материалов.</p>	<p><i>знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы разработки компьютерных моделей исследуемых процессов <p><i>умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов; <p><i>владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки компьютерных моделей разработанных технологических процессов. 	Тестовые вопросы Отчёт по лабораторной работе

4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 часов.

4.1. Тематический план (форма обучения - очная)

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы в форме практической	СРП		
	Раздел 1			6	-	6	6	42	
1.1	Особенности технологической подготовки машиностроительного производства.	6	1-2	2	-	2	2	14	Рейтинг контроль № 1
1.2	Методические основы автоматизированного проектирования технологических процессов.		3-4	2	-	2	2	14	
1.3	Основы оптимизации технологических проектных решений.		5-6	2	-	2	2	14	
	Раздел 2			6	-	6	6	42	
2.1	Виды обеспечения САПР технологических процессов.		7-8	2	-	2	2	14	Рейтинг контроль № 2
2.2	Автоматизация проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ.		9-10	2	-	2	2	14	
2.3	Применение САПР при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ.		11-12	2	-	2	2	14	
	Раздел 3			6	-	6	6	42	
3.1	Проблема автоматизации проектирования технологических процессов.		13-15	3	-	3	3	21	Рейтинг контроль № 3
3.2	Принципы построения и структура САПР технологических процессов.		16-18	3	-	3	3	21	
Всего за 6 семестр				18	-	18	18	126	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР			-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине:				18	-	18	18	126	Зачет с оценкой

4.2 Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1.

1.1. Особенности технологической подготовки машиностроительного производства.

- Направления развития машиностроения и роль подготовки производства;
- Основные термины и определения, используемые в САПР;
- Современные требования к технологической подготовке производства и задачи его автоматизации.

1.2. Методические основы автоматизированного проектирования технологических процессов.

- Методы автоматизированного проектирования и состав САПР технологических процессов;
- Системный подход при проектировании технологических процессов;
- Исходная информация для проектирования технологических процессов.

1.3. Основы оптимизации технологических проектных решений.

- Задачи оптимизации при проектировании технологических объектов;
- Критерии оптимальности и методы оптимизации технологических процессов.

Раздел 2.

2.1. Виды обеспечения САПР технологических процессов.

- Техническое обеспечение САПР ТП;
- Математическое обеспечение САПР ТП;
- Лингвистическое обеспечение САПР ТП.

2.2. Автоматизация проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ.

- Методы разработки управляющих программ;
- Классификация САПР управляющих программ;
- Структура и состав САПР управляющих программ.

2.3. Применение САПР при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ.

- Применение САПР при подготовке управляющих программ обработки заготовок на токарных станках с ЧПУ;
- Применение САПР при подготовке управляющих программ обработки заготовок на сверлильных станках с ЧПУ;
- Применение САПР при подготовке управляющих программ обработки заготовок на фрезерных станках с ЧПУ;
- Применение САПР при подготовке управляющих программ обработки заготовок на гравировально-фрезерных станках с ЧПУ.

Раздел 3

3.1. Проблема автоматизации проектирования технологических процессов

- Жизненный цикл и технологическая подготовка производства изделий машиностроения.

3.2. Принципы построения и структура САПР ТП

- Отечественные САПР ТП.

4.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1.

Лабораторная работа №1. Особенности технологической подготовки машиностроительного производства.

Содержание работы: Создание техпроцесса. Подключение 3D-модели и чертежа детали. Наполнение дерева ТП с использованием справочника операций и переходов.

Лабораторная работа №2. Методические основы автоматизированного проектирования технологических процессов.

Содержание работы: Редактирование текста переходов. Добавление и изменение размеров в тексте.

Лабораторная работа №3. Основы оптимизации технологических проектных решений.

Содержание работы: Импорт параметров из чертежа детали. Библиотека пользователя.

Раздел 2.

Лабораторная работа №4. Виды обеспечения САПР технологических процессов.

Содержание работы: Добавление оборудования, оснастки, инструмента, СОЖ и материалов в операции ТП. Поиск фильтрации информации в УТС.

Лабораторная работа №5. Автоматизация проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ.

Содержание работы: Расчет режимов резания. Создание эскизов обработки. Наполнение справочников УТС.

Лабораторная работа №6. Применение САПР при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ.

Содержание работы: Использование дерева КТЭ. Настройка связей между деревом КТЭ и 3D-моделью. Планы обработки.

Раздел 3

Лабораторная работа №7. Проблема автоматизации проектирования технологических процессов

Содержание работы: Формирование комплекта технологической документации. Электронный архив. Утверждение ТП и создание извещений об изменении. Аннотирование документов.

Лабораторная работа №8. Принципы построения и структура САПР ТП

Содержание работы:

- Создание ТП сборки изделия. Заполнение комплектной карты. Расчет площадей и расхода вспомогательных материалов.

- Создание типового/группового ТП. Работа с Деревом технологий. Редактирование текста переходов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ; УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Проводится трижды в течение учебного семестра в соответствии с "Положением о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых" в следующие сроки:

- рейтинг-контроль № 1 – 5 – 6 неделя семестра;
- рейтинг-контроль № 2 – 11 – 12 неделя семестра;
- рейтинг-контроль № 3 – 17 - 18 неделя семестра.

Вопросы рейтинг - контроля № 1

1. В чем сущность основных задач технологической подготовки производства на современном этапе?
2. Какова роль технологической подготовки производства в машиностроении?
3. Какие принципы классификации систем компьютерного проектирования в машиностроении?
4. Какие требования предъявляются к технологической подготовки производства на современном этапе?

5. Какие исходные данные необходимы для технологической подготовки производства?
6. Назовите основные этапы в комплексе работ технологической подготовки производства?
7. Какие виды работ выполняются на основных стадиях технологической подготовки производства?
8. Что содержит геометрическая и технологическая информация?
9. В чем различие между автоматизированным и автоматическим проектированием?
10. В чем особенность компьютерно-интегрированного производства?
11. Какие требования предъявляются к интегрированным САПР?
12. Какие уровни автоматизации проектирования технологического процесса предусмотрены в классификации?
13. Решение каких задач предусматривает построение автоматизированных систем компьютерно-интегрированного производства?
14. Функциональная структура комплексной САПР ТП машиностроительного предприятия.
15. Назовите признаки классификации САПР?
16. Какие системы стандартов взаимодействуют со стандартами ЕСТПП?
17. Какова иерархическая структура технологического процесса как объекта автоматизированного проектирования?
18. Какая исходная информация необходима для автоматизированного проектирования технологических процессов?
19. Сущность метода прямого проектирования.
20. Сущность метода анализа.
21. Сущность метода синтеза.
22. Состав САПР ТП. Схема.
23. В чем сущность принципа системного подхода при компьютерном проектировании?
24. Иерархическая классификация элементов технологических процессов.
25. Какая исходная информация необходима для проектирования технологических процессов?
26. Что включает в себя базовая информация для проектирования технологических процессов?
27. Что включает в себя руководящая информация для проектирования технологических процессов?
28. Что включает в себя справочная информация для проектирования технологических процессов?
29. Какие технические ограничения существуют при проектировании структуры технологических операций?
30. Какие методы технологической унификации используются в САПР ТП?
31. Как представляются знания для структурного синтеза?
32. Как используется понятие множества в технологическом проектировании?
33. Какие виды графов используются при решении задач технологического проектирования?
34. Что определяют понятия: граф, ребро, дуга, путь?
35. Приведите примеры использования основных положений теории линейного программирования при решении задач технологического проектирования?
36. В чем сущность формализации этапов проектирования технологических процессов?
37. Как и зачем используются математическое моделирование в САПР ТП?
38. Какие этапы решения задач методом математического моделирования?
39. В чем сущность метода прямого проектирования, используемого в САПР ТП?

40. В чем сущность метода анализа и метода синтеза, используемых в САПР ТП?
41. В чем сущность принципов совместимости, типизации и развития в современных САПР ТП?
42. Какие основные этапы компьютерного проектирования технологических процессов?
43. Что включают в себя программно-технический и программно-методический комплексы САПР ТП?
44. Как классифицируются подсистемы программного обеспечения САПР ТП и каково их назначения?
45. Какие функции выполняют проектирующие, обслуживающие и инвариантные подсистемы САПР ТП?
46. Какие этапы оптимизации можно выделить при проектировании технических объектов? Какова их сущность?
47. Что понимается под термином «оптимальное решение»?
48. Какие существуют виды критериев оптимальности технологических процессов?
49. Какие основные требования к критериям оптимальности технологических процессов?
50. Характер влияния различных затрат на себестоимость операции?
51. Какие виды затрат включает в себя суммарная себестоимость обработки?
52. Какие методы оптимизации используются при технологическом проектировании?
53. В чем сущность структурной и параметрической оптимизации?
54. Как графически изображается математическая модель при оптимизации режимов резания?
55. Чем ограничиваются режущие возможности инструмента и как они учитываются при оптимизации режимов резания?
56. На каких этапах к структурной оптимизации технологических процессов может быть применен математический подход в общем виде?
57. Что является заготовками для деталей машин?
58. На каких этапа подготовки производства стоит задача выбора вида заготовки?
59. Выбор заготовки определяется видом детали и основывается на одном из трех вариантов? Назовите их.
60. Какие этапы можно выделить при решении задачи выбора оптимального метода получения заготовки?
61. Кодирование заготовки?
62. Алгоритм выбора оптимального метода получения заготовки?
63. На основе анализа каких данных производят выбор возможных операций обработки поверхностей детали, удовлетворяющих заданным условиям?
64. Какой алгоритм выбора оптимальной технологической операции?
65. Для решения каких задач предназначены станочные приспособления?
66. Назовите и дайте краткую характеристику основным системам станочных приспособлений в машиностроении.
67. Алгоритм выбора рациональной системы станочного приспособления?
68. Какие расчеты могут быть отнесены к параметрической оптимизации?
69. Что включает в себя постановка задачи оптимизации режимов обработки?
70. Изобразите графическое изображение математической модели процесса резания?

Вопросы рейтинг - контроля № 2

1. Какие виды обеспечения необходимы для САПР ТП и их функции?
2. Каковы функциональное назначение элементов комплекса технических средств САПР ТП и их примерная конфигурация?
3. Какие возможности должны представлять компоненты технического обеспечения?

4. Локальные вычислительные сети. Какие возможности представляют локальные вычислительные сети?
5. Какие типы кабелей локальной вычислительной сети Вы знаете?
6. Как представлено математическое обеспечение в САПР ТП?
7. Каковы функции специального и инвариантного математического обеспечения САПР ТП?
8. Что входит в состав компонентов лингвистического обеспечения САПР ТП?
9. Классификация языков САПР ТП?
10. Какие основные требования к языкам программирования САПР ТП?
11. Как графически можно представить использование языков проектирования на различных этапах преобразования информации в САПР ТП?
12. Язык проектирования, требования предъявляемые к этим языкам?
13. Перечислите и дайте краткую характеристику языков описания объектов?
14. Процедурные и непроцедурные языки отличие, примеры?
15. Диалоговый язык.
16. В чем отличие активного диалогового режима пользователя с ЭВМ от пассивного?
17. Какие требования предъявляются к компонентам информационного обеспечения?
18. Информация, используемая в САПР: исходная и производная.
19. Структура базы данных САПР ТП.
20. Автоматизированный банк данных: обслуживание надежность, гибкость, экономичность.
21. Виды представления базы данных.
22. Способы поиска в системе управления базой данных.
23. В чем сущность принципа информационного единства и информационной совместимости в базе данных САПР ТП?
24. Какие способы поиска информации используются в системе управления БД?
25. Какие задачи должны быть последовательно решены при разработке программного обеспечения САПР?
26. Какие возможности предоставляет программистам операционная система типа Windows?
27. К основным принципам структурного программирования относятся?
28. Какие положения включает в себя современная концепция модульного проектирования?
29. Схема иерархии модулей ПО.
30. Нисходящее программирование: достоинства недостатки.
31. В чем сущность метода структурного программирования («сверху-снизу») при разработке ПО?
32. В чем сущность модульного принципа построения ППП?
33. Как графически можно представить структуру жизненного цикла ПО?
34. Что входит в программную документацию САПР ТП?
35. Для чего предназначено методическое обеспечение САПР ТП?
36. Для чего предназначено организационное обеспечение САПР ТП?
37. Какие используются методы разработки управляющих программ для станков с ЧПУ?
38. В чем сущность метода ручной разработки УП для станков с ЧПУ?
39. Схема разработки управляющих программ ручным способом.
40. Схема разработки управляющих программ при автоматизированном программировании.
41. Как осуществляется кодирование геометрической и технологической информации (примеры написания кадров)?
42. В чем сущность цехового программирования при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ?
43. В чем достоинства и недостатки метода цехового программирования при разработке управляющих программ?
44. По каким критериям классифицируют современные САПР ТП?
45. Для чего предназначены постоянные циклы и подпрограммы при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ?

46. Из каких последовательно работающих блоков САПР УП состоит?
47. Какие функции выполняют процессор и постпроцессор в САПР УП?
48. Основные функции монитора.
49. Какие основные показатели используют для характеристики САПР УП?
50. Что обеспечивает САПР УП в процессе проектирования?
51. Какие основные модули включают для разработки ИП в интерактивном режиме с использованием меню и экранных форм САПР УП?
52. Какие исходные данные необходимы для САПР УП?
53. Какие методы задания исходных данных используются в САПР УП?
54. В какой последовательности задается геометрическая информация в САПР УП?
55. Какие пункты должно содержать главное меню САПР УП?
56. Какие типы операторов содержит входной язык САПР УП?
57. Какие типы переменных определяют с помощью главных слов?
58. Какие основные модификаторы входного языка используют для задания геометрического контура в САПР УП?
59. В чем сущность методов описания точек, прямых и окружностей в САПР УП?
60. Какова структура УП для станков с ЧПУ?
61. Какие методы обработки заготовок на станках с ЧПУ в зависимости от числа координат Вы знаете?
62. Краткая характеристика обработки заготовок на токарных станках с ЧПУ.
63. Какие траектории движения инструмента применяются при обработке на токарных станках с СПУ?
64. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на сверлильных станках с ЧПУ?
65. Краткая характеристика процесса фрезерования.
66. 2,5D, 3D, 4D, 5D – фрезерование.
67. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на фрезерных станках с ЧПУ?
68. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на гравировально-фрезерных станках с ЧПУ?
69. Краткая характеристика электроэрозионной обработки.
70. Виды электроэрозионной обработки.
71. Какие работы связанные с электроэрозионной обработкой можно выполнить с помощью современных САПР?
72. Какова цель имитирования процесса обработки заготовки?
73. Для чего применяют симулятор? Как происходит работа с симулятором?
74. Как происходит визуализация процесса обработки заготовки на станке?
75. Как происходит контроль процесса обработки заготовки на станке?
76. Требования предъявляемые к режущему инструменту для станков с ЧПУ.
77. Как происходит проектирование траектории движения режущего инструмента на станках с ЧПУ с применением САПР?
78. Назовите этапы разработки управляющей программы для станков с ЧПУ.
79. Какие возможности предоставляет программный модуль?

Вопросы рейтинг - контроля № 3

1. Что называют жизненным циклом изделия? Перечислите его основные этапы.
2. Структура жизненного цикла изделия машиностроения.
3. Структура производственно-технологического цикла.
4. Какие решения называют технологическими?
5. Назовите основные функции технологической подготовки производства на уровне предприятия?
6. Что включает в себя рабочая конструкторская документация?

7. Что такое технологическая подготовка производства? Укажите ее основные функции.
8. Что включает в себя инвариантное функциям ТПП информационное обеспечение?
9. Компонентами функционально - ориентированного информационного обеспечения ТПП являются?
10. Что относят к входной информации для выполнения технологической подготовки производства?
11. Что относится к основным выходным результатам ТПП?
12. Что включает в себя производственно-технический центр?
13. Каковы основные результаты технологической подготовки производства?
14. Каковы основные виды технологического процесса изготовления изделий в машиностроении? Какие процессы называют процессами-аналогами? Чем они различаются?
15. Что представляют собой технологические процессы изготовления деталей и сборки?
16. Единичный, типовой, групповой ТП.
17. Какие виды технологических документов предусмотрены стандартами?
18. Что такое CALS-технологии?
19. Укажите основной стандарт CALS-технологий. Что он определяет?
20. Перечислите основные системы автоматизации, используемые на различных этапах жизненного цикла изделия. Каковы основные функции каждой из них?
21. Какие программные компоненты включает в себя система автоматизации?
22. Каковы основные принципы разработки эффективных автоматизированных систем технологической подготовки производства?
23. Какие базовые принципы положены в основу разработки эффективных систем автоматизации ТПП?
24. Что такое САПР ТП? Какие функции они выполняют?
25. Дайте характеристику современного состояния автоматизации основных функций САПР ТП?
26. С решением какой научной проблемы связано основное направление совершенствования САПР ТП?
27. Что затрудняет разработку САПР ТП сборки?
28. Дайте краткую характеристику основных реализаций отечественных САПР ТП. Укажите отличия в принципах их построения.
29. Что такое конструктивно-технологическая параметризация? Как и в каких отечественных САПР ТП она используется?
30. Как осуществляется проектирование единичных маршрутных ТП в отечественных автоматизированных системах?
31. Компас-Автопроект. Возможности.
32. T-FLEX.
33. Technologi CS. Возможности. Принципы.
34. ТехноПро. Версии ТехноПро.
35. ADEM. Модули ADEM.
36. TECHCARD.
37. Схема подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.
38. EdgeCAM.
39. Гемма-3D.
40. Что фиксирует техническое задание на проектирование?
41. Какими компонентами может быть формально представлено технологическое решение?
42. В каких отношениях могут находиться объекты проектных решений?
43. Что такое технологическое подобие? Какие оценки технологического подобия Вы знаете? Для каких целей возможно использование подобия при автоматизации проектирования ТП?
44. Каким образом может быть автоматизирован выбор технологических баз?

45. Назовите новые методологии конструкторско-технологического проектирования, реализующиеся в современных САПР.
46. Из каких основных разделов состоит техническое задание на разработку САПР ТП? Дайте характеристику каждого раздела.
47. Что такое функциональная модель САПР ТП? Чем она отличается от концептуальной модели?
48. Что такое «сценарий диалога»? Из каких частей он состоит и как его формируют?
49. Как описывают алгоритмы при разработке программных средств САПР ТП?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к зачету с оценкой

1. В чем сущность основных задач технологической подготовки производства на современном этапе?
2. Какова роль технологической подготовки производства в машиностроении?
3. Какие принципы классификации систем компьютерного проектирования в машиностроении?
4. Какие требования предъявляются к технологической подготовке производства на современном этапе?
5. Какие исходные данные необходимы для технологической подготовки производства?
6. Назовите основные этапы в комплексе работ технологической подготовки производства?
7. Какие виды работ выполняются на основных стадиях технологической подготовки производства?
8. Что содержит геометрическая и технологическая информация?
9. В чем различие между автоматизированным и автоматическим проектированием?
10. В чем особенность компьютерно-интегрированного производства?
11. Какие требования предъявляются к интегрированным САПР?
12. Какие уровни автоматизации проектирования технологического процесса предусмотрены в классификации?
13. Решение каких задач предусматривает построение автоматизированных систем компьютерно-интегрированного производства?
14. Функциональная структура комплексной САПР ТП машиностроительного предприятия.
15. Назовите признаки классификации САПР?
16. Какие системы стандартов взаимодействуют со стандартами ЕСТПП?
17. Какова иерархическая структура технологического процесса как объекта автоматизированного проектирования?
18. Какая исходная информация необходима для автоматизированного проектирования технологических процессов?
19. Сущность метода прямого проектирования.
20. Сущность метода анализа.
21. Сущность метода синтеза.
22. Состав САПР ТП. Схема.
23. В чем сущность принципа системного подхода при компьютерном проектировании?
24. Иерархическая классификация элементов технологических процессов.
25. Какая исходная информация необходима для проектирования технологических процессов?
26. Что включает в себя базовая информация для проектирования технологических процессов?
27. Что включает в себя руководящая информация для проектирования технологических процессов?

28. Что включает в себя справочная информация для проектирования технологических процессов?
29. Какие технические ограничения существуют при проектировании структуры технологических операций?
30. Какие методы технологической унификации используются в САПР ТП?
31. Как представляются знания для структурного синтеза?
32. Как используется понятие множества в технологическом проектировании?
33. Какие виды графов используются при решении задач технологического проектирования?
34. Что определяют понятия: граф, ребро, дуга, путь?
35. Приведите примеры использования основных положений теории линейного программирования при решении задач технологического проектирования?
36. В чем сущность формализации этапов проектирования технологических процессов?
37. Как и зачем используются математическое моделирование в САПР ТП?
38. Какие этапы решения задач методом математического моделирования?
39. В чем сущность метода прямого проектирования, используемого в САПР ТП?
40. В чем сущность метода анализа и метода синтеза, используемых в САПР ТП?
41. В чем сущность принципов совместимости, типизации и развития в современных САПР ТП?
42. Какие основные этапы компьютерного проектирования технологических процессов?
43. Что включают в себя программно-технический и программно-методический комплексы САПР ТП?
44. Как классифицируются подсистемы программного обеспечения САПР ТП и каково их назначения?
45. Какие функции выполняют проектирующие, обслуживающие и инвариантные подсистемы САПР ТП?
46. Какие этапы оптимизации можно выделить при проектировании технических объектов? Какова их сущность?
47. Что понимается под термином «оптимальное решение»?
48. Какие существуют виды критериев оптимальности технологических процессов?
49. Какие основные требования к критериям оптимальности технологических процессов?
50. Характер влияния различных затрат на себестоимость операции?
51. Какие виды затрат включает в себя суммарная себестоимость обработки?
52. Какие методы оптимизации используются при технологическом проектировании?
53. В чем сущность структурной и параметрической оптимизации?
54. Как графически изображается математическая модель при оптимизации режимов резания?
55. Чем ограничиваются режущие возможности инструмента и как они учитываются при оптимизации режимов резания?
56. На каких этапах к структурной оптимизации технологических процессов может быть применен математический подход в общем виде?
57. Что является заготовками для деталей машин?
58. На каких этапа подготовки производства стоит задача выбора вида заготовки?
59. Выбор заготовки определяется видом детали и основывается на одном из трех вариантов? Назовите их.
60. Какие этапы можно выделить при решении задачи выбора оптимального метода получения заготовки?
61. Кодирование заготовки?
62. Алгоритм выбора оптимального метода получения заготовки?
63. На основе анализа каких данных производят выбор возможных операций обработки поверхностей детали, удовлетворяющих заданным условиям?
64. Какой алгоритм выбора оптимальной технологической операции?
65. Для решения каких задач предназначены станочные приспособления?

66. Назовите и дайте краткую характеристику основным системам станочных приспособлений в машиностроении.
67. Алгоритм выбора рациональной системы станочного приспособления?
68. Какие расчеты могут быть отнесены к параметрической оптимизации?
69. Что включает в себя постановка задачи оптимизации режимов обработки?
70. Изобразите графическое изображение математической модели процесса резания?
71. Какие виды обеспечения необходимы для САПР ТП и их функции?
72. Каковы функциональное назначение элементов комплекса технических средств САПР ТП и их примерная конфигурация?
73. Какие возможности должны представлять компоненты технического обеспечения?
74. Локальные вычислительные сети. Какие возможности представляют локальные вычислительные сети?
75. Какие типы кабелей локальной вычислительной сети Вы знаете?
76. Как представлено математическое обеспечение в САПР ТП?
77. Каковы функции специального и инвариантного математического обеспечения САПР ТП?
78. Что входит в состав компонентов лингвистического обеспечения САПР ТП?
79. Классификация языков САПР ТП?
80. Какие основные требования к языкам программирования САПР ТП?
81. Как графически можно представить использование языков проектирования на различных этапах преобразования информации в САПР ТП?
82. Язык проектирования, требования предъявляемые к этим языкам?
83. Перечислите и дайте краткую характеристику языков описания объектов?
84. Процедурные и неперечисленные языки отличие, примеры?
85. Диалоговый язык.
86. В чем отличие активного диалогового режима пользователя с ЭВМ от пассивного?
87. Какие требования предъявляются к компонентам информационного обеспечения?
88. Информация, используемая в САПР: исходная и производная.
89. Структура базы данных САПР ТП.
90. Автоматизированный банк данных: обслуживание надежность, гибкость, экономичность.
91. Виды представления базы данных.
92. Способы поиска в системе управления базой данных.
93. В чем сущность принципа информационного единства и информационной совместимости в базе данных САПР ТП?
94. Какие способы поиска информации используются в системе управления БД?
95. Какие задачи должны быть последовательно решены при разработке программного обеспечения САПР?
96. Какие возможности предоставляет программистам операционная система типа Windows?
97. К основным принципам структурного программирования относятся?
98. Какие положения включает в себя современная концепция модульного проектирования?
99. Схема иерархии модулей ПО.
100. Нисходящее программирование: достоинства недостатки.
101. В чем сущность метода структурного программирования («сверху-снизу») при разработке ПО?
102. В чем сущность модульного принципа построения ППП?
103. Как графически можно представить структуру жизненного цикла ПО?
104. Что входит в программную документацию САПР ТП?
105. Для чего предназначено методическое обеспечение САПР ТП?
106. Для чего предназначено организационное обеспечение САПР ТП?
107. Какие используются методы разработки управляющих программ для станков с ЧПУ?
108. В чем сущность метода ручной разработки УП для станков с ЧПУ?

109. Схема разработки управляющих программ ручным способом.
110. Схема разработки управляющих программ при автоматизированном программировании.
111. Как осуществляется кодирование геометрической и технологической информации (примеры написания кадров)?
112. В чем сущность цехового программирования при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ?
113. В чем достоинства и недостатки метода цехового программирования при разработке управляющих программ?
114. По каким критериям классифицируют современные САПР ТП?
115. Для чего предназначены постоянные циклы и подпрограммы при разработке управляющих программ для станков с ЧПУ?
116. Из каких последовательно работающих блоков САПР УП состоит?
117. Какие функции выполняют процессор и постпроцессор в САПР УП?
118. Основные функции монитора.
119. Какие основные показатели используют для характеристики САПР УП?
120. Что обеспечивает САПР УП в процессе проектирования?
121. Какие основные модули включают для разработки ИП в интерактивном режиме с использованием меню и экранных форм САПР УП?
122. Какие исходные данные необходимы для САПР УП?
123. Какие методы задания исходных данных используются в САПР УП?
124. В какой последовательности задается геометрическая информация в САПР УП?
125. Какие пункты должно содержать главное меню САПР УП?
126. Какие типы операторов содержит входной язык САПР УП?
127. Какие типы переменных определяют с помощью главных слов?
128. Какие основные модификаторы входного языка используют для задания геометрического контура в САПР УП?
129. В чем сущность методов описания точек, прямых и окружностей в САПР УП?
130. Какова структура УП для станков с ЧПУ?
131. Какие методы обработки заготовок на станках с ЧПУ в зависимости от числа координат Вы знаете?
132. Краткая характеристика обработки заготовок на токарных станках с ЧПУ.
133. Какие траектории движения инструмента применяются при обработке на токарных станках с СПУ?
134. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на сверлильных станках с ЧПУ?
135. Краткая характеристика процесса фрезерования.
136. 2,5D, 3D, 4D, 5D – фрезерование.
137. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на фрезерных станках с ЧПУ?
138. Как осуществляется обработка заготовок с применением САПР на гравировально-фрезерных станках с ЧПУ?
139. Краткая характеристика электроэрозионной обработки.
140. Виды электроэрозионной обработки.
141. Какие работы связанные с электроэрозионной обработкой можно выполнить с помощью современных САПР?
142. Какова цель имитирования процесса обработки заготовки?
143. Для чего применяют симулятор? Как происходит работа с симулятором?
144. Как происходит визуализация процесса обработки заготовки на станке?
145. Как происходит контроль процесса обработки заготовки на станке?

146. Требования предъявляемые к режущему инструменту для станков с ЧПУ.
147. Как происходит проектирование траектории движения режущего инструмента на станках с ЧПУ с применением САПР?
148. Назовите этапы разработки управляющей программы для станков с ЧПУ.
149. Какие возможности предоставляет программный модуль?
150. Что называют жизненным циклом изделия? Перечислите его основные этапы.
151. Структура жизненного цикла изделия машиностроения.
152. Структура производственно-технологического цикла.
153. Какие решения называют технологическими?
154. Назовите основные функции технологической подготовки производства на уровне предприятия?
155. Что включает в себя рабочая конструкторская документация?
156. Что такое технологическая подготовка производства? Укажите ее основные функции.
157. Что включает в себя инвариантное функциям ТПП информационное обеспечение?
158. Компонентами функционально - ориентированного информационного обеспечения ТПП являются?
159. Что относят к входной информации для выполнения технологической подготовки производства?
160. Что относится к основным выходным результатам ТПП?
161. Что включает в себя производственно-технический центр?
162. Каковы основные результаты технологической подготовки производства?
163. Каковы основные виды технологического процесса изготовления изделий в машиностроении? Какие процессы называют процессами-аналогами? Чем они различаются?
164. Что представляют собой технологические процессы изготовления деталей и сборки?
165. Единичный, типовой, групповой ТП.
166. Какие виды технологических документов предусмотрены стандартами?
167. Что такое CALS-технологии?
168. Укажите основной стандарт CALS-технологий. Что он определяет?
169. Перечислите основные системы автоматизации, использующиеся на различных этапах жизненного цикла изделия. Каковы основные функции каждой из них?
170. Какие программные компоненты включает в себя система автоматизации?
171. Каковы основные принципы разработки эффективных автоматизированных систем технологической подготовки производства?
172. Какие базовые принципы положены в основу разработки эффективных систем автоматизации ТПП?
173. Что такое САПР ТП? Какие функции они выполняют?
174. Дайте характеристику современного состояния автоматизации основных функций САПР ТП?
175. С решением какой научной проблемы связано основное направление совершенствования САПР ТП?
176. Что затрудняет разработку САПР ТП сборки?
177. Дайте краткую характеристику основных реализаций отечественных САПР ТП. Укажите отличия в принципах их построения.
178. Что такое конструктивно-технологическая параметризация? Как и в каких отечественных САПР ТП она используется?
179. Как осуществляется проектирование единичных маршрутных ТП в отечественных автоматизированных системах?

180. Компас-Автопроект. Возможности.
181. T-FLEX.
182. Technologi CS. Возможности. Принципы.
183. ТехноПро. Версии ТехноПро.
184. ADEM. Модули ADEM.
185. TECHCARD.
186. Схема подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ.
187. EdgeCAM.
188. Гемма-3D.
189. Что фиксирует техническое задание на проектирование?
190. Какими компонентами может быть формально представлено технологическое решение?
191. В каких отношениях могут находиться объекты проектных решений?
192. Что такое технологическое подобие? Какие оценки технологического подобия Вы знаете? Для каких целей возможно использование подобия при автоматизации проектирования ТП?
193. Каким образом может быть автоматизирован выбор технологических баз?
194. Назовите новые методологии конструкторско-технологического проектирования, реализующиеся в современных САПР.
195. Из каких основных разделов состоит техническое задание на разработку САПР ТП? Дайте характеристику каждого раздела.
196. Что такое функциональная модель САПР ТП? Чем она отличается от концептуальной модели?
197. Что такое «сценарий диалога»? Из каких частей он состоит и как его формируют?
198. Как описывают алгоритмы при разработке программных средств САПР ТП?

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Для организации самостоятельной работы студентов (самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу, подготовки к лабораторным работам) рекомендуются учебно-методические пособия и указания из основного и дополнительного списка, перечисленные в разделе 6 настоящей рабочей программы.

Задания к самостоятельной работе по дисциплине

1. Пути повышения качества и производительности проектирования на основе использования ЭВМ.
2. САПР как объект проектирования.
3. Направления совершенствования САПР ТП.
4. Разработка САПР ТП.
5. Обзор «Компас».
6. Обзор ТехноПро.
7. ADEM (Интегрированная САПР/CAD/CAM система).
8. Обзор Creo Parametric.
9. Обзор Solidworks.
10. Обзор Unigraphics.
11. Возможности и ограничения современных САПР.
12. Способы достижения интеграции в сквозных САПР.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Наличие в электронном каталоге ЭБС	
Основная литература			
1. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: учеб. Пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. – Минск: Новое звание; М.: ИНФРА-М, 2016. – 488 с.: ил. – (Высшее образование) ISBN 978-5-16-101516-2.	2016	Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=461911	
2. САПР технолога машиностроителя: учебник / Ю.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 336 с.: ил. – (Высшее образование). ISBN 978-5-16-102736-3.	2015	Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=501435	
3. Основы автоматизированного проектирования: учебник / под ред. А.П. Карпенко. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 329 с., [16] с. цв. ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). www.dx.doi.org/10.12737/8526 . ISBN 978-5-16-101683	2017	Режим доступа http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363388	
Дополнительная литература			
1. САПР конструктора машиностроителя / Э.М.Берлинер, О.В.Таратынов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-00091-042-9.		Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501432	
2. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / В. И. Аверченков, Ю. М. Казаков. – 2-е изд., стереотип. – М.: Флинта, 2011. – 229 с. - ISBN 978-5-9765-1265-8.		Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=453731	

6.2. Периодические издания

1. Научно-технический и производственный журнал «Вестник машиностроения».
2. Журнал «САПР и графика».

Интернет-ресурсы:
<http://window.edu.ru/>

Учебно-методические издания

1. Жарков Н.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «САПР технологических процессов» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
2. Жарков Н.В. Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «САПР технологических процессов» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>
3. Жарков Н.В. Оценочные средства по дисциплине «САПР технологических процессов» для студентов направления 28.03.02 [Электронный ресурс] / сост. Жарков Н.В.; Влад. гос. ун-т. ТМС - Владимир, 2021. - Доступ из корпоративной сети ВлГУ. - Режим доступа: <http://cs.cdo.vlsu.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «САПР в технологических процессах» предусмотрено использование следующих лабораторий кафедры ТМС ВлГУ:

1. ауд. 118-2, «Учебная аудитория», количество студенческих мест – 25, площадь 52 м², оснащение: мультимедийное оборудование (проектор, экран).

2. Лаборатория жизненного цикла продукции (ауд. 235-2).

Количество студенческих мест – 15, площадь 52 м², оснащение: компьютерный класс с 15 рабочими станциями Athlon 64 3000+ и Core 2 Quad, с выходом в Internet, на которых установлено лицензионное программное обеспечение: математические пакеты Mathcad 14, MATLAB R14, серверная станция PDM Windchill 8.0, CAD/CAM/CAE-система Pro/ENGINEER Wildfire 4 (включая Pro/MECHANICA), КОМПАС 3D v.10, DEFORM 3D, QFORM 3D, MoldFlow MPI. - Возможность удаленного доступа к суперЭВМ СКИФ-Мономах (4,7 ТФлопс)- (ауд.417-2) с установленными пакетами для параллельных вычислений ANSYS v.11 (Academic Research), ANSYS Mechanical HPC, ANSYS CFD HPC.

3. Аудитория 227-2 для проектной и самостоятельной работы студентов.

В состав аудитории входят 12 графических станций с установленным необходимым программным обеспечением: Creo, Solid Works и др.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

8.1. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

8.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ОВЗ

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видео-техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрения предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например,

текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

8.3. Требования к фонду оценочных средств для лиц с ОВЗ

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные лабораторные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные лабораторные, самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

8.4. Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы.

Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Рабочую программу составил Морозов В.В. Мороз
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент (представитель работодателя):
Главный инженер ООО «ТАГ-Инжиниринг»

Богацкий Н.В.

(место работы, должность, ФИО, подпись)



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология машиностроения»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой Морозов В.В., д.т.н., профессор Морозов
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.02 «Наноинженерия»
Протокол № 1 от 31.08.2021 года
Заведующий кафедрой Морозов В.В., д.т.н., профессор Морозов
(ФИО, должность, подпись)