

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Степанов Павел Иванович

Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписания: 27.02.2026 09:49:59

Уникальный программный ключ:

8c65c591e26b2d8e460927740cf752622aa3b295

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ОДОБРЕН

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол № 3 от 24.04.2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

«Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»

Направление подготовки	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Профиль подготовки	Технология машиностроения
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очная, очно-заочная

Новоуральск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт фонда оценочных средств	3
1.1. Область применения	3
1.2. Контролируемые компетенции	3
2. Программа оценивания контролируемых компетенций.....	4
2.1. Оценочные средства результатов обучения.....	4
2.2. Характеристика оценочных средств.....	4
3. Материалы, необходимые для оценки результатов обучения	5
3.1. Контрольные материалы для проверки теоретических знаний	5
3.2. Контрольные материалы для проверки практических навыков	8
3.3. Контрольные материалы для проверки уровня остаточных знаний	8

1. Паспорт фонда оценочных средств

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов».

ФОС включает контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачёта, методические материалы, характеризующие показатели и критерии оценивания результатов обучения.

ФОС разработан на основе положений основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» и рабочей программы учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов».

1.2. Контролируемые компетенции

В соответствии с образовательной программой подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в результате изучения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции.

Компетенции	ИДК согласно компетентностной модели
ПК-1. Способен участвовать в разработке технологических процессов изготовления типовых деталей машин	З-ПК-1. Знать: основные принципы проектирования технологических процессов изготовления типовых деталей машин
	У-ПК-1. Уметь: разрабатывать технологические схемы распространенных технологических операций, применять средства автоматизации
	В-ПК-1. Владеть: навыками эффективного использования средств автоматизации, навыками выбора оптимальных технологий
ПК-8.2. Способен разрабатывать технологии и управляющие программы для станков с ЧПУ, выполнять проверку и отладку управляющих программ	З-ПК-8.2. Знать: этапы подготовки управляющих программ в САМ-системах
	У-ПК-8.2. Уметь: разрабатывать управляющие программы в САМ-системах и с пульта оператора с применением известных стратегий обработки для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; выполнять проверку управляющих программ, в том числе с имитацией съема материала с помощью имитационного программного обеспечения устройств ЧПУ, выявлять и исправлять ошибки; осуществлять обмен файлами между программноносителем и устройством ЧПУ
	В-ПК-8.2. Владеть: навыками разработки, проверки и корректировки управляющих программ в САМ-системах и с пульта оператора для изготовления деталей средней сложности на токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ; навыками передачи файлов управляющей программы на устройство ЧПУ при помощи интерфейсов ввода/вывода

2. Программа оценивания контролируемых компетенций

2.1. Оценочные средства результатов обучения

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы дисциплины	Результаты освоения ООП		Составляющие промежуточной аттестации	Наименование оценочного средства
		Код компетенции	Результаты обучения		
1	Технологический процесс как объект проектирования	ПК-1	З-ПК-1	Домашние контрольные работы	Билеты домашних контрольных работ
2	Методы автоматизированного проектирования технологических процессов	ПК-1	З-ПК-1 У-ПК-1		
3	Современные САПР- и САМ-системы	ПК-1 ПК-8.2	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1 З-ПК-8.2 У-ПК-8.2 В-ПК-8.2	Лабораторные, практические работы	Отчёты по лабораторным работам
				Зачётная работа (практическая часть)	Задание на зачёт.

2.2. Характеристика оценочных средств

Для оценки достижений студента используется рейтинговая система оценок. Итоговая оценка дисциплины складывается из баллов, полученных в течение семестра, и баллов, полученных на зачёте. Распределение баллов рейтинга по видам деятельности для дисциплины «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» выполняется следующим образом.

№ п/п	Вид работы	Содержание работы	Максимальный балл	
			Очная	Очно-заочная
1	Аудиторная работа	Практические занятия	16	
		Лабораторные работы (с отчётами)	14	
		Контрольные работы	12	
		Итого:	42	
2	Самостоятельная работа	Реферат/сообщение/презентация	26	
3	Промежуточная аттестация (зачёт)	Наличие конспекта	2	
		Ответы на вопросы	30	
		Итого:	32	
Всего:			100	

В результате полученные баллы переводятся в 5-балльную систему по следующей шкале

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	90-100	A	Отлично – блестящие результаты с

			незначительными недочётами
4 (хорошо)	85-89	B	Очень хорошо – выше среднего уровня, с некоторыми недочётами
	75-84	C	Хорошо – в целом серьезная работа, но с рядом замечаний
	70-74	D	Удовлетворительно – неплохо, однако имеются серьезные недочёты
3 (удовлетворительно)	65-69	E	Посредственно – результаты удовлетворяют минимальным требованиям (проходной балл)
	60-64		
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60	F	Неудовлетворительно – требуется выполнение значительного объёма работы

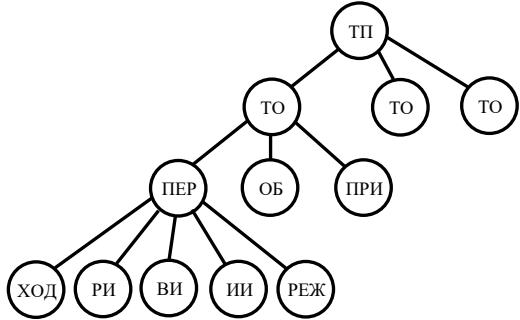
3. Материалы, необходимые для оценки результатов обучения

3.1. Контрольные материалы для проверки теоретических знаний

В ходе промежуточной аттестации студент предоставляет для проверки конспект лекций, а также в устной форме отвечает на вопросы билета и на дополнительные вопросы по смежным темам.

Билет содержит три вопроса, охватывающие все разделы дисциплины, выбранные из представленного ниже списка.

Вопрос	Ответ
В чем заключается метод прямого проектирования?	Метод прямого проектирования представляет собой работу с базами данных в режиме диалога. Пользователь вызывает посредством меню нужную базу данных, содержащую типовые решения различного уровня и выбирает наиболее подходящее из них. Выбранная информация автоматически заносится в соответствующие графы и строки шаблона маршрутной и операционной карт.
Что включает в себя задача оптимизации?	Задача оптимизации предусматривает метод оптимизации (оптимизационный алгоритм), который базируется в основном на методах математического программирования, а также наличие ограничений, представляющих собой зависимости между переменными, и граничных условий, показывающих предельно допустимые значения этих переменных. Значения переменных, удовлетворяющие граничным условиям и ограничениям, входят в область возможных решений и являются допустимым решением задачи.
В чём сущность метода адресации?	Метод адресации предполагает использование ранее спроектированных технологических процессов, которые хранятся в базе данных. Из множества имеющихся технологических процессов выбирается один, который впоследствии дорабатывается до уровня рабочего ТП для конкретной детали.
Что представляет собой критерий оптимизации?	Критерий оптимизации отражает цель оптимизации. Математически он выражается как функция от оптимизируемых параметров, называемая обычно целевой функцией.
Какие уровни проектирования технологического процесса можно выделить?	Выделяется четыре уровня. <i>На первом уровне</i> разрабатывается принципиальная схема технологического процесса, отражающая состав и последовательность этапов обработки детали. <i>На втором уровне</i> проектируется маршрутный технологический процесс (определение состава и последовательности операций, выбор баз, оборудования,

	оснастки). <i>На третьем уровне</i> определяется структура каждой операции. <i>На четвертом уровне</i> выполняется проектирование переходов или получение управляющей программы для станка с ЧПУ, то есть выявление отдельных элементов траектории режущего инструмента и команд управления станком
Для чего используется коэффициент адресации, как он определяется?	Для оценки результатов адресации используется коэффициент адресации: $K_A = \begin{cases} -\frac{P_H}{P_A}, & \text{если } P_H \neq 0 \\ \frac{P_A}{P_K}, & \text{если } P_H = 0 \end{cases}$, где P_A – число элементов адресуемой детали; P_K – число элементов комплексной детали; P_H – число элементов адресуемой детали, не совпадающих ни с одним элементом комплексной детали.
Какой из методов – синтеза или адресации – является более универсальным?	Более универсален метод синтеза, так как он основан на использовании типовых решений низкого уровня и позволяет проектировать технологический процесс для любой детали, тогда как метод адресации предполагает обращение к уже имеющемуся технологическому процессу. Поэтому, если деталь-аналог отсутствует, используют метод синтеза.
В какой последовательности выполняется адресация к комплексной детали?	Описания деталей представляют собой системы, имеющие общие характеристики, состав элементов (поверхностей) и связи между элементами. Поэтому адресация заданной детали к комплексной выполняется в три этапа: 1) Адресация по общим характеристикам детали; 2) Адресация по отдельным элементам, образующим форму детали; 3) Формирование технологического маршрута.
Какие стратегии используются в алгоритмах случайного поиска структурной оптимизации?	Возможны две принципиально различные стратегии поиска. <i>Стратегия «сначала вглубь, затем вширь»</i> предполагает, что каждый возможный вариант технологического процесса проектируется до конца. Если себестоимость рассчитанного варианта больше себестоимости предыдущего, он отбрасывается, если меньше – остается. После этого осуществляется переход к следующему варианту. Так формируется последовательность вариантов технологических процессов $T_1, T_2, \dots, T_n$, где $C_{T_i} > C_{T_{i+1}}$, т.е. каждый последующий вариант предпочтительнее предыдущего. <i>Стратегия «сначала вширь, затем вглубь»</i> предусматривает отбор наиболее рациональных вариантов на каждом уровне, на основании локальных критериев оптимизации. Для выбранного варианта осуществляется дальнейшее проектирование на следующем, более низком уровне, а остальные отбрасываются. В итоге получается усеченный граф вариантов.
Как представляется технологический процесс с точки зрения системного подхода?	Системный подход позволяет представить технологический процесс в виде многоуровневой иерархической структуры. Первый уровень – разбиение ТП на отдельные операции; второй уровень – разбиение операций на отдельные переходы с назначением оборудования и оснастки; третий уровень – разбиение переходов на отдельные ходы с назначением режущего, вспомогательного и измерительного инструмента, а также режимов обработки.  <pre> graph TD TP((ТП)) --> TO1((ТО)) TP --> TO2((ТО)) TP --> TO3((ТО)) TO1 --> PER((ПЕР)) TO1 --> OB((ОБ)) TO1 --> PRI((ПРИ)) PER --> HOD((ХОД)) PER --> RI((РИ)) PER --> VI((ВИ)) PER --> II((ИИ)) PER --> REZ((РЕЖ)) </pre>

Почему адресация к комплексной детали предпочтительнее, чем адресация к единичному ТП?	Потому что, в отличие от единичного, унифицированный технологический процесс распространяется на группу деталей, что позволяет уменьшить объём информации, хранящейся в базе данных, и ускорить процесс поиска. Полученные решения, как правило, близки к оптимальным, так как унифицированный технологический процесс разрабатывается с применением оптимизационного подхода.
Как выполняется адресация по общим характеристикам детали?	Адресация по общим характеристикам детали производится сравнением описаний двух объектов – адресуемой и комплексной деталей. Для описания используется код ЕСКД и основной технологический код. Сравнение комплексной и адресуемой деталей осуществляется путём проверки истинности неопределённого высказывания: $\cup (\cap (X_j^A R X_j^K))$, где R – отношение; X_j^A – j -я характеристика адресуемой детали; X_j^K – j -я характеристика комплексной детали.
Можно ли на первом этапе адресации получить окончательное решение?	Поскольку адресуемая деталь может быть поставлена в соответствие не одной, а сразу нескольким комплексным деталям, то первый этап не даёт окончательного решения, а только определяет множество возможных решений.
Как определяется вид исходной заготовки при проектировании технологического процесса методом нисходящего синтеза?	Для выбора вида заготовки используется математический аппарат соответствий $\Gamma = \langle V, R, G \rangle$, где область отправления $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ – это множество деталей, а область прибытия $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ – множество видов заготовок. Каждый объект v_1 включает в себя характеристику детали, содержащую информацию о форме и размерах детали, группе материала, точности свободных размеров, и объём выпуска. В зависимости от установленных приоритетов можно получить несколько видов исходной заготовки. Выбор осуществляется по табличным алгоритмам.
Как осуществляется формирование структуры операции по методу нисходящего синтеза?	Формирование структуры операции осуществляется в три этапа: 1) составление матрицы предшествований; 2) генерация исходного варианта структуры; 3) уточнение полученного результата. Формирование матрицы предшествований осуществляется на основании аксиом технологии машиностроения. Генерация исходного варианта структуры осуществляется посредством удаления миноранты (при этом исходный вариант формируется с начала) или мажоранты (исходный вариант формируется с конца).
Какие проектные процедуры и с какой целью выполняются при адресации к единичному технологическому процессу?	Адресация к единичному ТП включает в себя четыре проектные процедуры: поиск, анализ, параметрическая настройка и оформление документации. Реализация процедуры поиска предполагает наличие эффективной системы кодирования и развитой информационно-поисковой системы. Если поисковая система обнаружит несколько деталей-аналогов, проводится анализ с целью определения наиболее близкого прототипа. Анализ выполняется в диалоговом режиме. Процедура параметрической настройки заключается в корректировке размеров, режимов резания, норм времени.
Как осуществляется первичное упорядочение укрупнённых операций?	Первичное упорядочение укрупнённых операций производится в пределах одного этапа в соответствии с порядком возрастания ранга операции, который соответствует рангу поверхности. Если укрупнённая операция содержит переходы обработки поверхностей нескольких рангов, то ранг операции присваивается по наименьшему рангу обрабатываемой поверхности.

3.2. Контрольные материалы для проверки практических навыков

3.2.1 Отчётный материал по практическим и лабораторным работам

Практические работы заключаются в выполнении общих заданий совместно с преподавателем, с использованием методических указаний. Студент демонстрирует созданный им проект и сгенерированную управляющую программу.

Лабораторные работы предусматривают самостоятельное выполнение проектов по индивидуальным заданиям:

– ***Создание технологии и управляющей программы обработки детали «тело вращения»:***

1. Сохранение 3D-модели детали типа «тело вращения» в формате, совместимом с САМ-системой.
2. Открытие файла 3D-модели в САМ-системе, задание ориентации и параметров заготовки, распознавание контурной кривой и конструктивных элементов детали.
3. Проверка результатов автоматического формирования структуры операции, корректировка структуры.
4. Создание недостающих конструктивно-технологических элементов детали, выбор стратегии обработки.
5. Выбор постпроцессора Fanuc.
6. Генерация управляющей программы.

– ***Создание технологии и управляющей программы обработки детали «плита»:***

1. Создание файла проекта, формирование описания заготовки, определение положения станка.
2. Задание атрибутов обработки.
3. Создание конструктивно-технологических элементов детали типа «плита», выбор стратегии обработки.
4. Выбор постпроцессора Siemens.
5. Генерация управляющей программы.
6. Загрузка управляющей программы в систему ЧПУ (симулятор программной обработки Sinutrain, станок Demo milling machine) и моделирование обработки.

В отчёте должны быть представлены результаты работы (проектные решения всех уровней) и необходимые пояснения к ним, поясняющие последовательность выполненных действий.

3.3. Контрольные материалы для проверки уровня остаточных знаний

1. Чему равен коэффициент адресации, если адресуемая деталь имеет семь поверхностей, а комплексная – двенадцать, и две поверхности адресуемой детали отсутствуют у комплексной детали?

- а) $-\frac{7}{12}$;
- б) $\frac{7}{12}$;
- в) $-\frac{2}{7}$;
- г) $\frac{2}{7}$.

Правильный ответ: в (5 баллов)

2. Принципиальная схема технологического процесса – это...

- а) последовательность этапов проектирования технологического процесса;
- б) перечень упорядоченных этапов обработки;
- в) последовательность технологических переходов, относящихся к одной операции;
- г) перечень технологических операций.

Правильный ответ: б (5 баллов)

3. Упорядочение укрупнённых операций производится:

- а) на основании характеристик технологического оборудования;
- б) на основании характеристик режущего инструмента;
- в) на основании типов обрабатываемых поверхностей;
- г) на основании рангов поверхностей.

Правильный ответ: г (5 баллов)

4. На каком этапе проектирования технологического процесса методом нисходящего синтеза используется матрица предшествований?

- а) на этапе разработки принципиальной схемы;
- б) на этапе формирования маршрутной технологии;
- в) на этапе формирования структуры операции;
- г) на этапе формирования переходов.

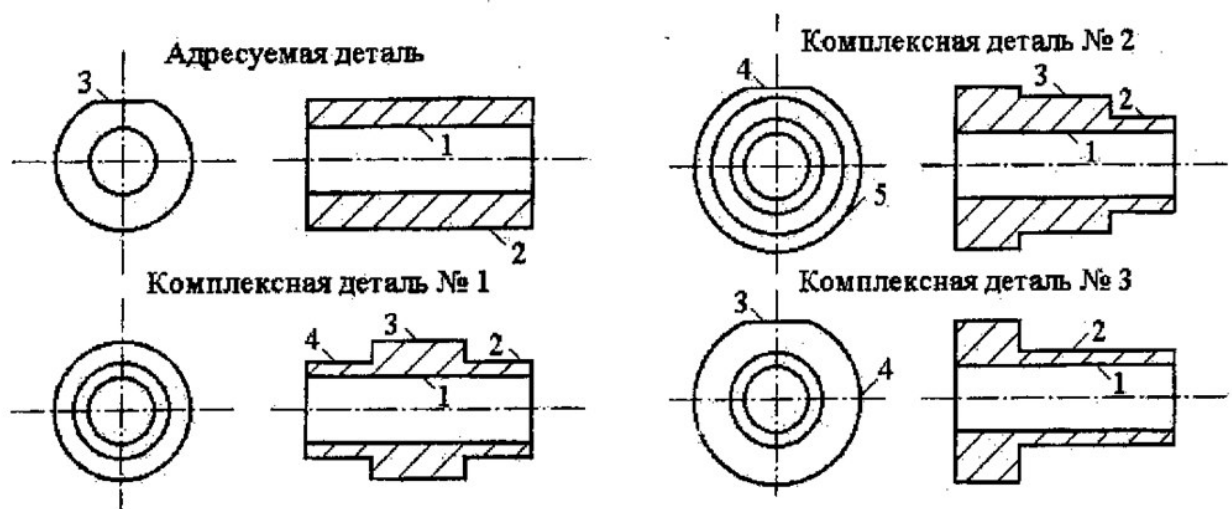
Правильный ответ: в (5 баллов)

5. Установить соответствие между методами автоматизированного проектирования технологических процессов и их особенностями

Метод	Особенности
1. Метод адресации к единичному ТП	а) Метод эффективен при запуске в производство группы близких по типоразмеру деталей;
2. Метод адресации к унифицированному ТП	б) Применяется при индивидуальном проектировании;
3. Метод синтеза	в) Требуется большой объём компьютерной памяти для хранения прототипов.

Правильные ответы: 1 – в, 2 – а, 3 – б (5 баллов)

6. Какую из предложенных комплексных деталей целесообразно выбрать для проектирования унифицированного технологического процесса, используемого в дальнейшем для разработки технологического процесса на адресуемую деталь?



- а) Комплексная деталь №1;
- б) Комплексная деталь №2;
- в) Комплексная деталь №3;
- г) Ни одна из них не подходит.

Правильный ответ: в (10 баллов)

7. Что представляет собой описание детали на первом уровне детализации?

- а) поэлементно-точечное описание детали;
- б) описание детали как единого целого;
- в) описание заготовки;
- г) описание поверхностей детали и связей между ними;

Правильный ответ: б (5 баллов)

8. От чего зависит максимально возможное количество просчитанных вариантов при проведении структурной оптимизации?

- а) от программы выпуска изделий;
- б) от мощности компьютера, на котором выполняются расчёты;
- в) от вида выбранной заготовки.

Правильный ответ: а (5 баллов)

9. Какое из представленных ограничений можно не учитывать при оптимизации чистовой токарной обработки?

- а) по кинематике станка;
- б) по стойкости;
- в) по мощности станка;
- г) по шероховатости;
- д) по прочности механизма подачи станка;
- е) по прочности державки резца;
- ж) по жёсткости режущего инструмента.

Правильный ответ: е (5 баллов)

10. Критерий оптимизации – это...

- а) условие выбора одного решения из многих;
- б) показатель, оценивающий необходимость проведения оптимизации;
- в) функция от оптимизируемых параметров;
- г) основание для применения оптимизационного подхода.

Правильные ответы: а, в (5 баллов)

11. Метод прямого проектирования технологического процесса осуществляется...

- а) посредством доработки уже имеющегося технологического процесса-аналога;
- б) посредством выбора существующего технологического процесса из базы данных по его коду;
- в) на основании имеющейся информации о переходах, необходимых для снятия припуска;
- г) посредством выбора типовых проектных решений различного уровня из базы данных в диалоговом режиме.

Правильный ответ: г (5 баллов)