

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра технологии и организации машиностроительного
производства



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование размерных связей

(наименование дисциплины)

15.04.03 Прикладная механика

(код, наименование направления)

Цифровые технологии в производственной сфере

(магистерская программа)

Квалификация

магистр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная, заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Термин «размерный анализ» (РА) в литературе впервые был введён в 50-е годы прошлого столетия В. П. Пузановой. По её определению, под размерным анализом следует понимать широкий комплекс работ по построению специальных размерных схем, расчётам операционных размерных цепей, определению допусков и припусков на операциях, определению размеров заготовок, оценки различных вариантов технологических процессов.

Изучение опыта работы технологов, проектировщиков, занимающихся разработкой технологических процессов изготовления деталей средней и значительной сложности, показывает, что центральное место в последовательности проектирования отводится размерному анализу, и именно после его выполнения появляется возможность качественно и количественно охарактеризовать тот или иной вариант технологического процесса. Размерное моделирование и анализ варианта технологического процесса способствует его оптимизации и в конечном итоге минимизации производственных затрат.

Задача назначения рациональных допусков на линейные и угловые размеры, минимально необходимых припусков, рациональной простановки размеров на операциях, номинальных значений операционных размеров и др. может быть решена специальными расчётами, основанными на теории размерных цепей, выявленных с помощью теории графов.

Цель дисциплины. Целью дисциплины «Размерное моделирование и анализ технологических процессов» является приобретение знаний и навыков по теории и практике проектирования технологических процессов (ТП) на базе математических моделей при разработке новых и исследовании действующих ТП, обеспечивающих требуемые качественные характеристики обрабатываемых деталей и определение оптимального варианта обработки.

Задачи дисциплины:

- изучение тенденций развития методов, средств и систем размерного анализа технологических процессов;
- формирование умений выполнения размерного анализа, выявления размерных цепей, связей заготовки и детали, технологического процесса, моделирование оптимальных структур технологического процесса;
- формирование навыков анализа и расчёта размерных цепей, проектирование технологических процессов на основе размерного анализа, прогнозирование качества изделий и ТП.

Дисциплина направлена на формирование универсальных компетенций (УК–1), общепрофессиональных компетенций (ОПК-1), профессиональных компетенций (ПК–4, ПК–6, ПК–7) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины — данная учебная дисциплина «Размерное моделирование и анализ технологических процессов» входит Блок 1 «Дисциплины (модули)» в обязательную часть дисциплин для подготовки студентов по направлению подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (магистерская программа «Технология машиностроения»).

Дисциплина реализуется кафедрой технологии и организации машиностроительного производства.

Изучение дисциплины основывается на знаниях и навыках, сформированные у студента в результате освоения дисциплин подготовки бакалавриата в области машиностроения, в том числе математических и естественных дисциплин, а также дисциплин профессионального цикла связанных с описанием требований к геометрической точности изделий в машиностроении.

Дисциплина дает базовые знания для изучения последующих дисциплин магистерской программы «Математическое моделирование в машиностроении», «Современное инструментальное обеспечение машиностроительных производств», «Основы технологии сборки», «Методы контроля и управления качеством в машиностроении». Кроме того, приобретённые знания используются также при подготовке выпускной квалификационной работы.

Для изучения дисциплины требуются компетенции, сформированные у студента для решения задач проектирования технологических процессов с точки зрения обеспечения геометрической точности изготавливаемых деталей при выборе и применении оборудования, оснастки, приспособлений и инструмента, видов заготовки.

Курс является фундаментом для профессиональной деятельности в области проектирования прогрессивных и эффективных технологических процессов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены:

– лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия, самостоятельная работа студента (72 ак.ч) для очной формы обучения;

– лекционные (10 ак.ч.), практические (10 ак.ч.) занятия, самостоятельная работа студента (124 ак.ч) для очно-заочной формы обучения.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Проектирование и производство технологической оснастки» направлен на формирование профессиональных компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	<p>УК-1.2 Умеет получать новые знания на основе методов научного познания; собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта</p> <p>УК-1.3 Владеет навыками исследования в сфере профессиональной деятельности с применением системного подхода; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций</p>
Способен формулировать цели и задачи исследования в области конструкторско-технологической подготовки машиностроительных производств, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований	ОПК-1	<p>ОПК-1.2 Умеет корректно ставить для последующей реализации исследовательские цели и задачи, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки исследований в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками решения научных и проектных задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения с использованием современных технологий научных исследований</p>
Способен анализировать состояние функционирования машиностроительных производств с использованием прогрессивных методов и средств анализа, участвовать в разработках программ	ПК-4	<p>ПК-4.3 Знает проблемы, возникающие в машиностроительном производстве, способы их решения и прогнозирования последствий принимаемого решения</p> <p>ПК-4.6 Умеет участвовать в разработке проектов машиностроительных изделий. Осуществлять подготовку комплекта документации для аккредитации испытательной лаборатории и</p>

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3
повышения эффективности и оптимизации работы машиностроительного производства, осуществлять контроль качества выпускаемой продукции и производить разработку мероприятий по сокращению и устранению брака		<p>решение вопросов сертификации продукции машиностроительного производства</p> <p>ПК-4.7 Умеет определять проблемы, возникающие в машиностроительном производстве, выбирать пути их решения, прогнозировать последствия принимаемых решений</p> <p>ПК-4.11 Владеет способами и средствами разработки решений, прогнозирования их последствий для машиностроительного производства</p>
Способен участвовать в организации процесса разработки технологических и производственных систем машиностроительных производств	ПК-6	<p>ПК-6.2 Знает текстовые документы, входящие в состав технической документации машиностроительного производства</p> <p>ПК-6.4 Умеет разрабатывать текстовые документы на машиностроительную продукцию</p> <p>ПК-6.6 Владеет методами и инструментами разработки текстовой технической документации в машиностроении</p>
Способен организовывать работы по проектированию новых и модернизации действующих машиностроительных производств, производить выбор технологий, инструментальных средств оснащения при реализации процессов проектирования, производства, диагностирования и промышленных испытаний изделий машиностроения, осуществлять поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности, безопасности и технико-экономических показателей	ПК-7	<p>ПК-7.2 Знает рекомендации к организации работ по проектированию новых и модернизации действующих машиностроительных производств</p> <p>ПК-7.3 Знает современные информационные технологии, применяемые в производственно-технологической и научной деятельности машиностроительного производства; конструктивные особенности и назначение средств автоматизации и механизации, правила их эксплуатации, критерии оценки оборудования и технических средств автоматизации и механизации технологических процессов механосборочных производств</p> <p>ПК-7.8 Умеет выбирать необходимые технические данные для обоснования принятия решений по проектированию технических средств автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства; выбирать и применять для решения профессиональных задач машиностроительные информационные технологии</p> <p>ПК-7.9 Умеет разрабатывать технологические маршруты и технологические операции, реализуемые на станках с ЧПУ; в зависимости от внешних условий выбирать наиболее</p>

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3
		<p>эффективные метод обеспечения точности размеров при обработке партии деталей на станке с ЧПУ</p> <p>ПК-7.10 Умеет разрабатывать технологические маршруты и технологические операции, реализуемые в условиях гибких производственных систем; в зависимости от внешних условий выбирать наиболее эффективные компоновки гибких производственных модулей для обработки заготовок деталей машин</p>

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала, подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	27	27
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	10	10
Аналитический информационный поиск	10	10
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к экзамену	16	16
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	144
	з.е.	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения учебного материала и формирования компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 «Предмет и задачи размерного анализа»;
- тема 2 «Операционные размеры, допуски и припуски»;
- тема 3 «Формирование технологических размерных цепей»;
- тема 4 «Размерный анализ технологических процессов»;
- тема 5 «Размерный анализ типовых деталей машин».

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Тема 1. Предмет и задачи размерного анализа	Цель, задачи и место дисциплины в реализации компетенций ООП подготовки магистров	2	Виды погрешностей обработки.	2	–	–
2		Информационное обеспечение дисциплины для реализации математических моделей РА ТП	2	Суммарная погрешность обработки, методы её определения.	2	–	–
3	Тема 2. Операционные размеры, допуски и припуски	Основные понятия и определения теории размерных цепей, теории графов и РА	2	Выбор технологических баз и систем простановки размеров.	2	–	–
4		Конструкторские размерные цепи. Методы расчёта: вероятностный и метод максимума-минимума	2	Выявление и построение технологических размерных цепей (РЦ)	2	–	–
5		Операционные размеры, допуски, припуски, максимальные и минимальные, методы их назначения	2	Решение размерной цепи методом максимума-минимума.	2	–	–
6	Тема 3. Формирование технологических размерных цепей	Основные этапы размерного анализа ТП на базе исследования математических моделей	2	Преобразование чертежа детали для РА ТП.	2	–	–
7		Методика построения размерной схемы обработки деталей, условные обозначения, правила.	2	Построение размерной схемы технологического процесса.	2	–	–
8		Способы построения исходного, производного и совмещённого графов РА	2	Построение размерной схемы технологического процесса.	2	–	–
9		Правила проверки обеспечения точности и конструкторских размеров по графам РА	2	Построение графа технологических размерных цепей.	2	–	–

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
10	Тема 4. Размерный анализ технологических процессов	Выявление технологических размерных цепей (ТРЦ) при помощи графов	2	Пример составления ТРЦ для валов	2	–	–
11		Виды замыкающих и составляющих звеньев в технологических размерных цепях	2	Пример составления ТРЦ для втулок	2	–	–
12		Статистические методы контроля и управления качеством	2	Пример составления ТРЦ для дисков	2	–	–
13		Методика расчёта технологических размерных цепей. Основные этапы решения.	2	Пример составления ТРЦ для колец	2	–	–
14		Расчёты размеров заготовок, припусков, номинальных операционных размеров, допусков	2	Пример составления ТРЦ для валов	2	–	–
15	Тема 5. Размерный анализ типовых деталей машин	Методика расчёта размерных цепей способами отклонений, предельных значений и средних значений.	2	Пример расчета по номинальным припускам	2	–	–
16		Методика размерного анализа линейных (осевых) размеров корпусных деталей, рычагов и т.д.	2	Пример расчета по предельным припускам	2	–	–
17		Методика размерного анализа деталей — тел вращения в диаметральной направленности	2	Пример расчета ТРЦ для диаметральных размеров	2	–	–
18		Обнаружение ошибок простановки размеров на чертежах и в технологическом процессе	2	Пример расчета ТРЦ для корпусов	2	–	–
Всего			36		36		

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Тема 1. Предмет и задачи размерного анализа. Тема 2. Операционные размеры, допуски и припуски	Цель, задачи и место дисциплины в реализации компетенций ООП подготовки магистров	2	Виды погрешностей обработки. Суммарная погрешность обработки, методы её определения.	2	–	–
2	Тема 3. Формирование технологических размерных цепей. Тема 4. Размерный анализ технологических процессов	Основные понятия и определения теории размерных цепей, теории графов и РА	2	Выбор технологических баз и систем простановки размеров.	2	–	–
3		Основные этапы размерного анализа ТП на базе исследования математических моделей					
4		Выявление технологических размерных цепей (ТРЦ) при помощи графов	2	Выявление и построение технологических размерных цепей (РЦ)	2	–	–
5		Методика расчёта технологических размерных цепей. Основные этапы решения.	2	Решение размерной цепи методом максимума-минимума.	2	–	–
Всего:			10		10		

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-1, ОПК-1, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов отдельно по дисциплине и отдельно по курсовому проекту, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах по дисциплине (2 работы) — всего 60 баллов;
- практические работы по дисциплине — всего 40 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального. Экзаменационный билет включает два вопроса из приведенного перечня и пример. Экзаменационные билеты составляются таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на теоретические вопросы и решение примера в сумме оценивается из 60 баллов. Студент на устном экзамене может набрать до 100 баллов.

Экзамен по дисциплине «Размерное моделирование и анализ технологических процессов» проводится по результатам работы в семестре.

В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования (п.6.3).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале	
	экзамен / диф. зачет	зачет
90-100	отлично	зачетно
74-89	хорошо	зачтено
60-73	удовлетворительно	зачтено
0-59	неудовлетворительно	не зачтено

Освоение теоретического материала дисциплины предусматривает работу с учебниками и учебными пособиями, а также использование современных информационных технологий.

В случае затруднений, возникающих при изучении дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные коммуникационные возможности: очные консультации, заочные консультации (посредством электронной почты или с помощью Internet-телефонии).

6.2 Тематика и содержание заданий для подготовки к практическим работам, текущему контролю успеваемости и контрольной работе

С целью повышения уровня самостоятельной работы студентов по вопросам размерного анализа технологических процессов, а также для помощи преподавателям в проведении занятий, разрабатываются варианты заданий. Каждый вариант содержит чертёж детали и маршрутный технологический процесс её обработки. Варианты заданий составляются по групповым и типовым технологическим маршрутам обработки деталей машин.

Порядок выполнения самостоятельной работы и контрольной работы студентов очно-заочной формы обучения состоит из следующих этапов.

— Изучить теоретическую часть.

— По индивидуальному варианту задания (чертежу детали и технологическому процессу её изготовления) выполнить размерный анализ. При этом решить следующие задачи:

1 Разработать размерную схему технологического процесса.

2 Выявить технологические размерные цепи.

3 Назначить и рассчитать припуски на обработку.

4 Назначить или рассчитать допуски на операционные размеры.

5 Рассчитать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются конструкторские размеры и припуски.

6 Дать промежуточный вывод о пригодности технологического процесса по результатам выполненных расчётов.

7 Оформить отчёт о проделанной работе. Отчёт должен содержать:

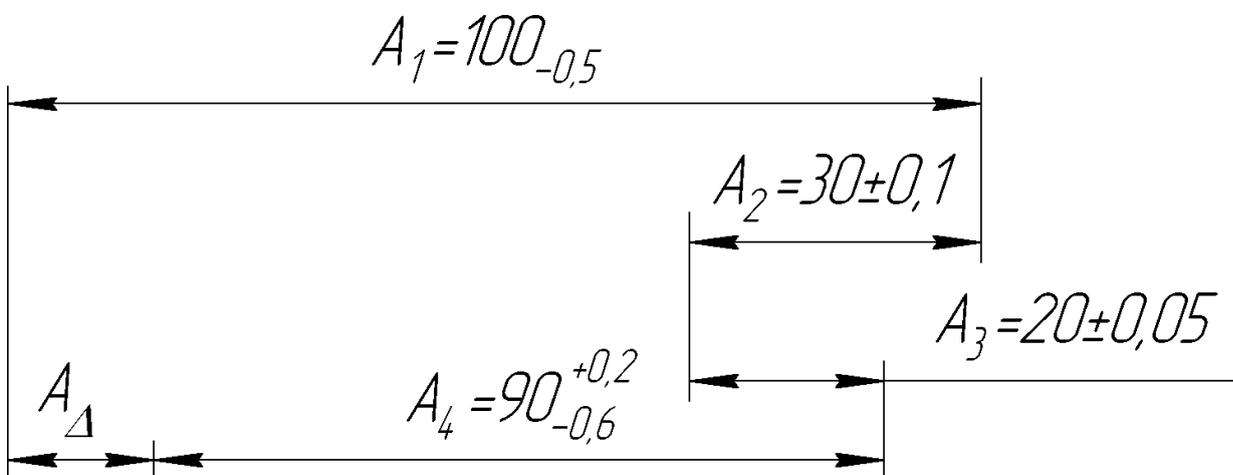
- тему самостоятельной работы и её цель;
- вариант задания на размерный анализ;
- размерную схему технологического процесса;
- расчёт (назначение) припусков и допусков на технологические размеры;
- выявление и расчёт технологических размерных цепей;
- выводы.

Примеры задачи для практических работ

Задача №1

По заданной схеме определить знаки составляющих звеньев, записать уравнение размерной цепи и найти номинальное значение и предельные отклонения замыкающего звена A_{Δ} :

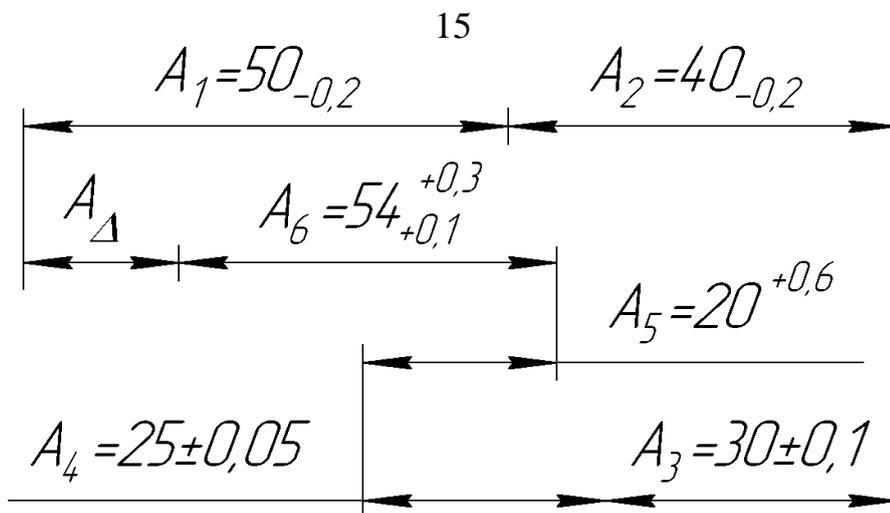
- методом максимума-минимума;
- вероятностным методом (при риске $P = 1\%$ и нормальном распределении размеров составляющих звеньев).



Задачи №2

По заданной схеме определить знаки составляющих звеньев, записать уравнение размерной цепи и найти номинальное значение и предельные отклонения замыкающего звена A_{Δ} :

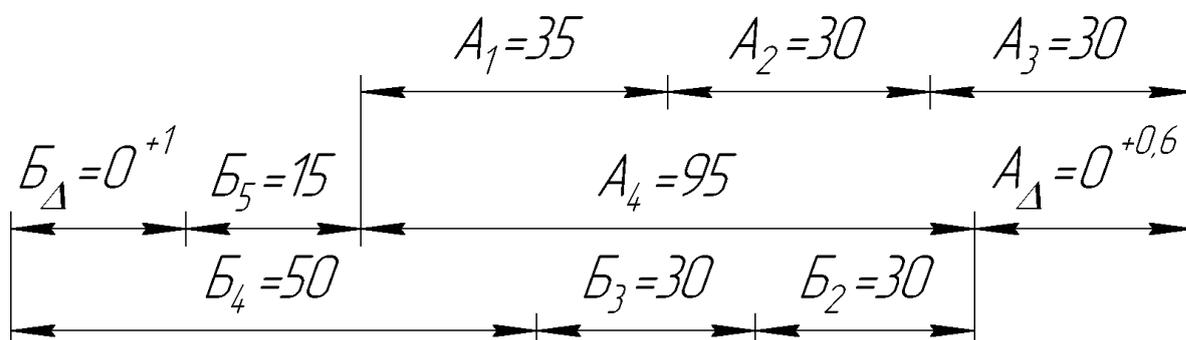
- методом максимума-минимума;
- вероятностным методом (при риске $P = 2\%$ и распределении размеров составляющих звеньев по закону равной вероятности).



Задача №15

Для заданных параллельно связанных размерных цепей А и Б по допускам и предельным отклонениям замыкающих звеньев найти допуски и предельные отклонения составляющих звеньев. Допуски замыкающих звеньев распределить между допусками составляющих звеньев произвольно.

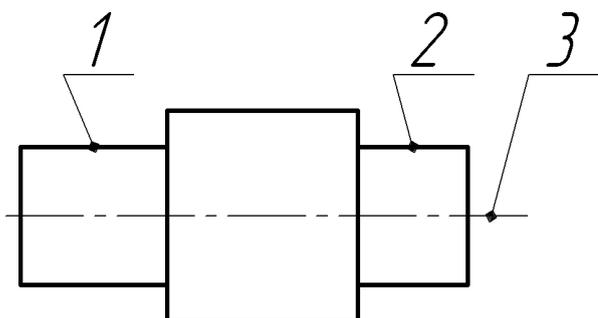
Задачу решить вероятностным методом в предположении о распределении размеров составляющих звеньев по закону равной вероятности и риске $P = 1\%$.



Задача №16

Для показанной на рисунке детали (валика) установлено техническое требование: допуск соосности шеек 1 и 2 относительно оси 3 центральных отверстий $0,01$ мм. Необходимо построить размерную цепь и определить отклонение соосности шейки 1 относительно шейки 2.

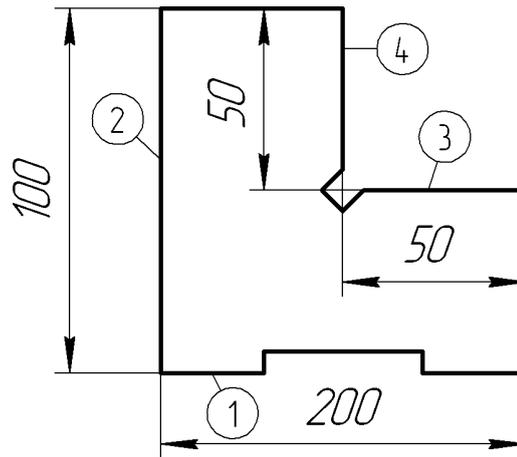
Задачу решить вероятностным методом в предположении о распределении отклонений от соосности по закону Симпсона и риске $P = 1\%$.



Задача №19

Для показанной на рисунке детали установлены технические требования: допуск перпендикулярности плоскости 2 относительно плоскости 1 — 0,01 мм; допуски параллельности плоскости 3 относительно плоскости 1 и плоскости 4 относительно плоскости 2 — 0,005 мм. Необходимо построить размерную цепь и определить отклонения от перпендикулярности плоскости 4 относительно плоскости 3.

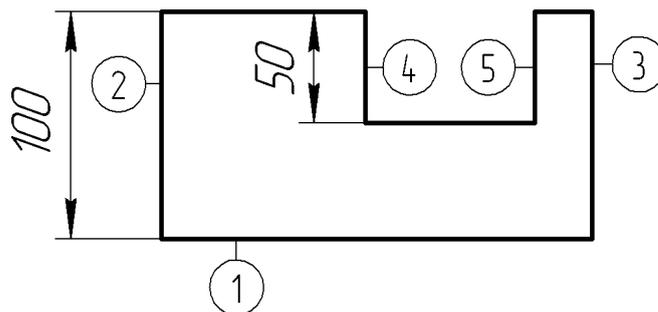
Задачу решить двумя методами: максимума-минимума и вероятностным в предположении о распределении отклонений расположения по нормальному закону и риске $P = 1\%$.



Задача №20

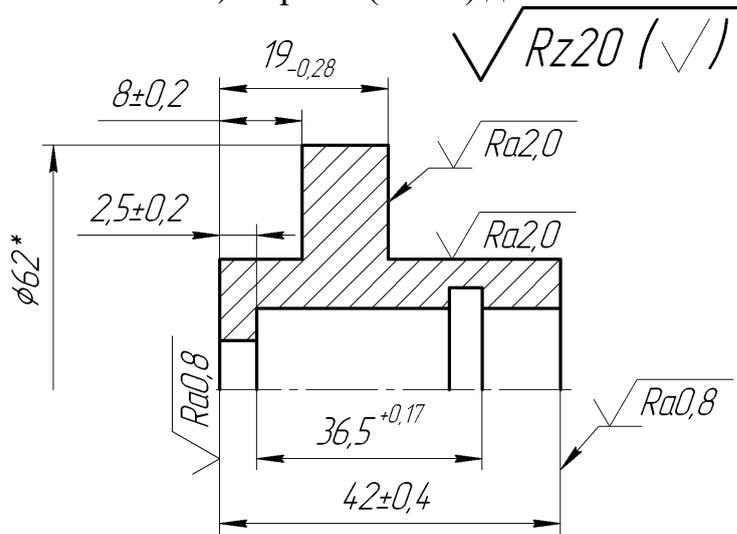
Для показанной на рисунке детали установлены технические требования: допуски перпендикулярности плоскостей 2 и 3 относительно плоскости 1 — 0,02 мм; допуски параллельности плоскости 4 относительно плоскости 2 и плоскости 5 относительно плоскости 3 — 0,01 мм. Необходимо построить размерную цепь и определить отклонения от параллельности плоскости 4 относительно плоскости 5.

Задачу решить двумя методами: максимума-минимума и вероятностным в предположении о нормальном распределении отклонений расположения и риске $P = 0,27\%$.



Задача 1

1) Чертёж (эскиз) детали



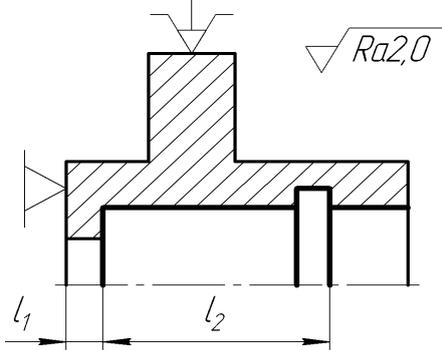
Дано: чертёж (эскиз) детали и план обработки (фрагмент).

Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах) и определить операционные размеры $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7$.

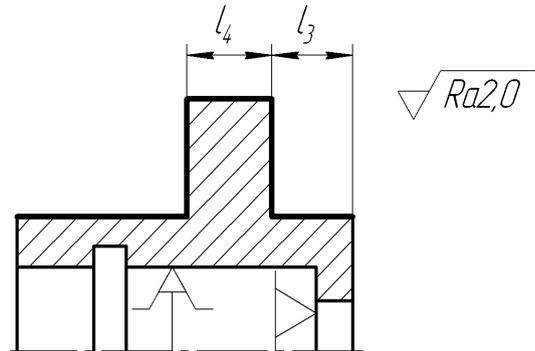
* — размер для справок

2) План обработки (фрагмент)

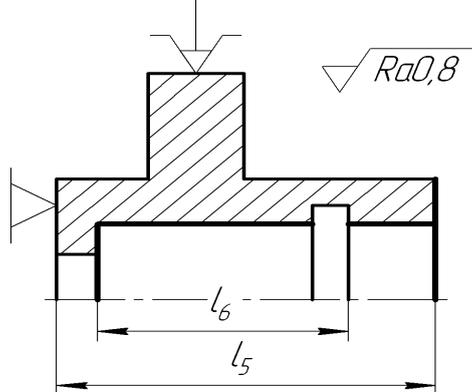
Операция 30. Токарная



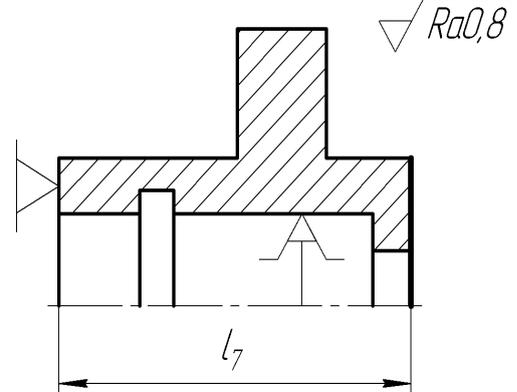
Операция 70. Шлифовальная



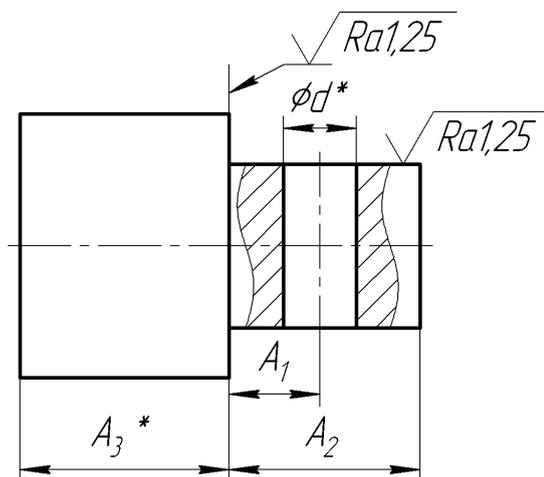
Операция 80. Шлифовальная



Операция 85. Шлифовальная



18
Задача 2

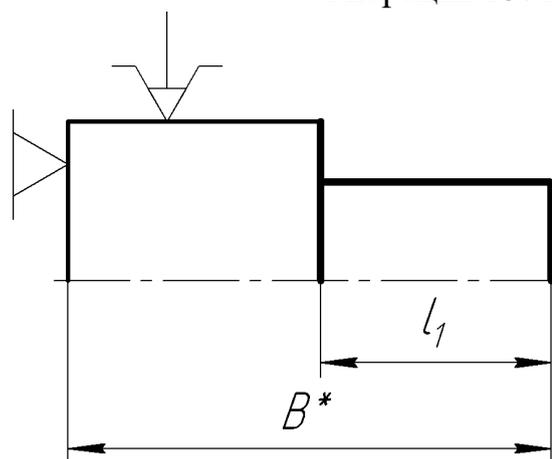


* - размер для справок

Дано: чертёж (эскиз) детали и план технологического процесса (фрагмент). Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах) и определить операционные размеры l_1, l_2, l_3 , и l_4 , обеспечивающие выполнение размеров, указанных на чертеже детали.

Размеры	Вариант			
	I	II	III	IV
A_1	$8 \pm 0,1$	$15 \pm 0,2$	$10 \pm 0,25$	$17 \pm 0,3$
A_2	$40 - 0,16$	$60 - 0,19$	$60 - 0,16$	$70 - 0,19$

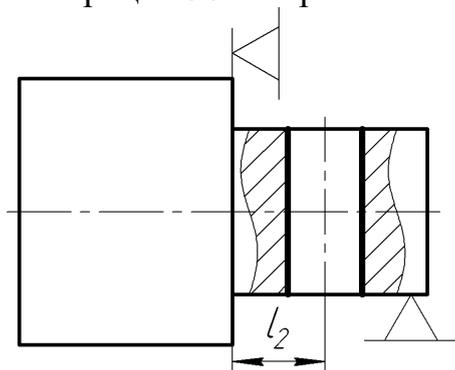
План обработки (фрагмент)
Операция 15. Токарная



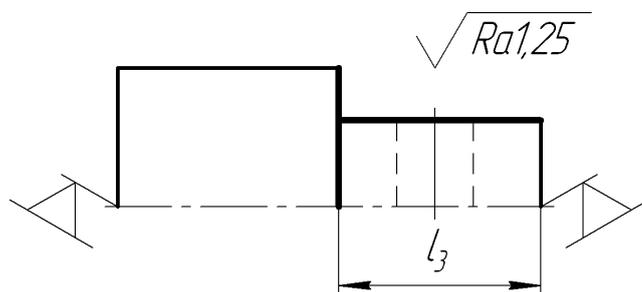
Глубина дефектного слоя $T = 80$ мкм.

* - размер для справок

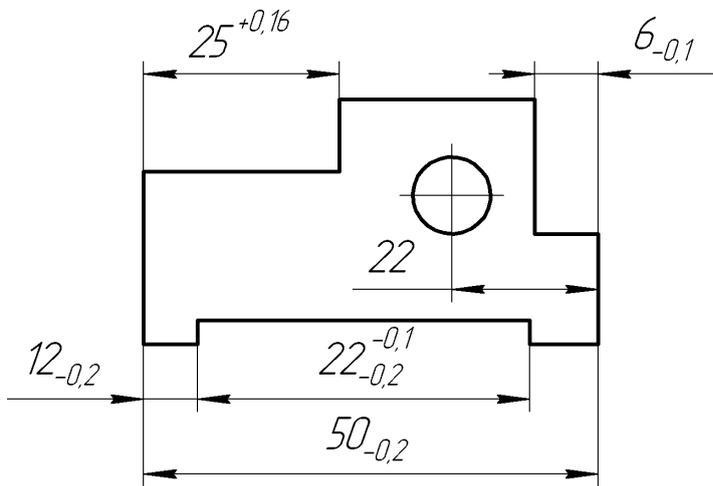
Операция 30. Сверлильная



Операция 50. Шлифовальная



19
Задача 3



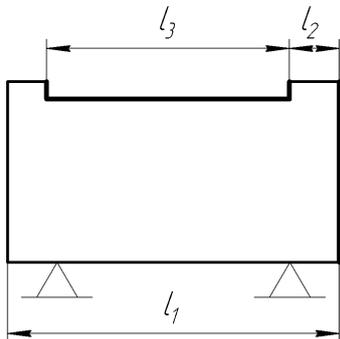
Дано: чертёж (эскиз) детали, эскиз заготовки и план технологического процесса (фрагмент). Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах) и определить технологические размеры $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_7$ и l_8 , обеспечивающие размеры детали, указанные на чертеже.

Эскиз заготовки

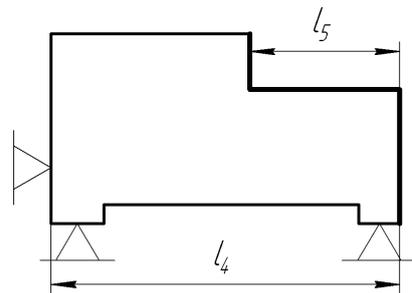


План обработки (фрагмент)

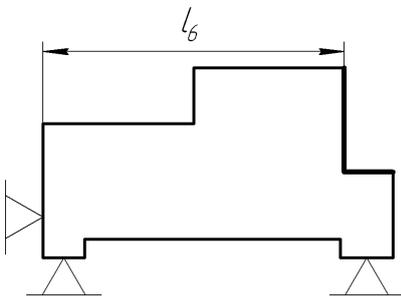
Операция 05. Фрезерная



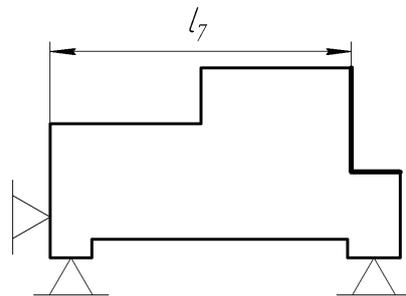
Операция 10. Фрезерная



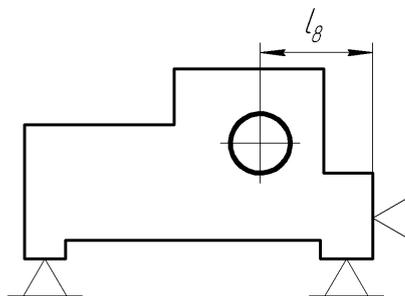
Операция 15. Фрезерная



Операция 20. Шлифовальная

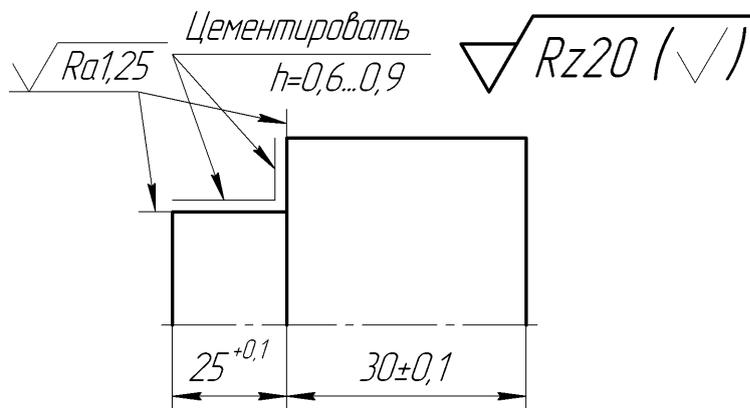


Операция 25. Сверлильная



Задачи при наличии в технологии химико-термических операций и операций, предусматривающих нанесение покрытий

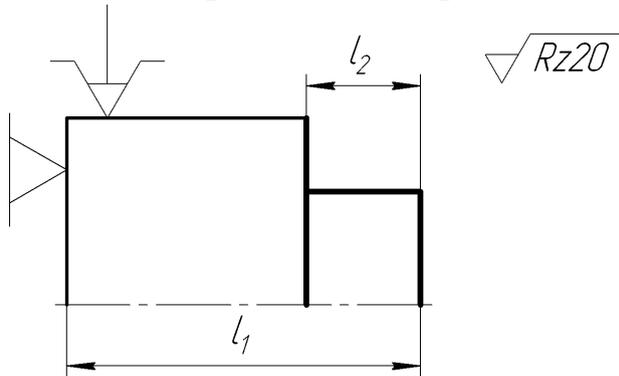
Задача 1



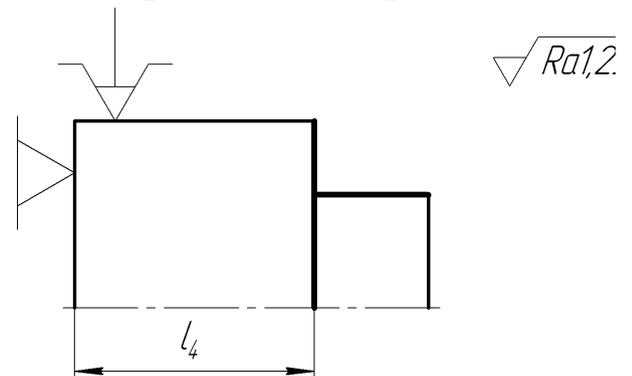
Дано: чертёж (эскиз) детали и план технологического процесса. Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах) и определить технологические размеры 11, 12, 13, 14, 15 и Ст, обеспечивающие размеры детали, указанные на чертеже.

План обработки (фрагмент)

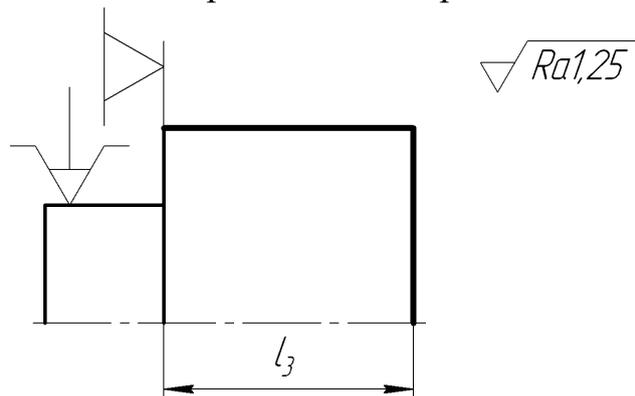
Операция 05. Токарная



Операция 15. Шлифовальная

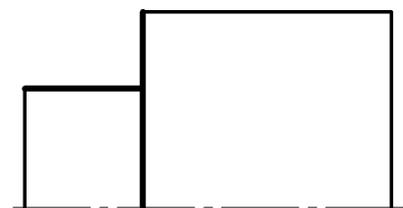


Операция 10. Токарная

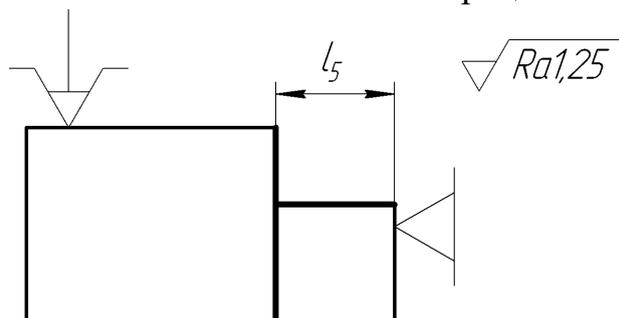


Операция 20. Цементация, закалка

(толщина слоя C_m)

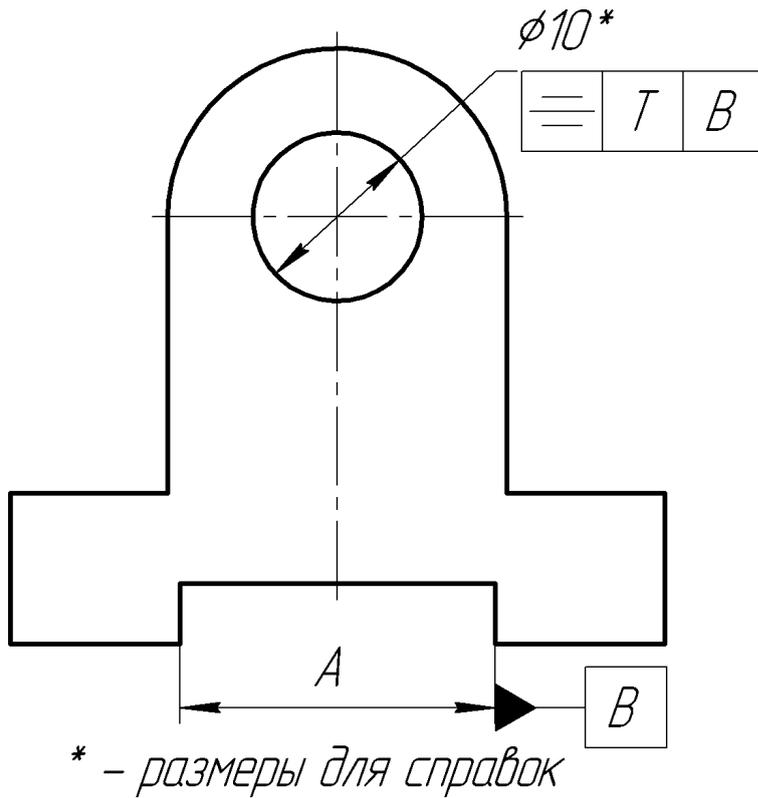


Операция 25. Шлифовальная



С цементированных поверхностей допускается снимать припуск не более 0,2 мм

Задача 1

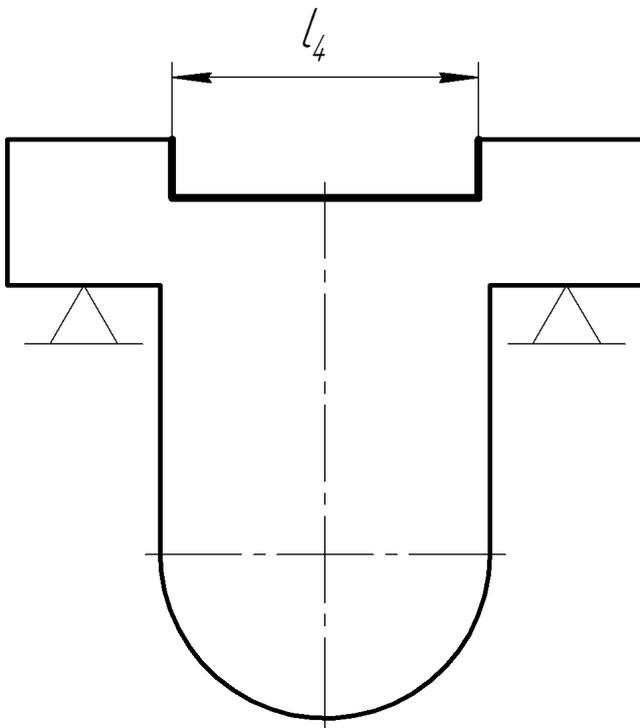


Дано: чертёж (эскиз) детали и план обработки (фрагмент).

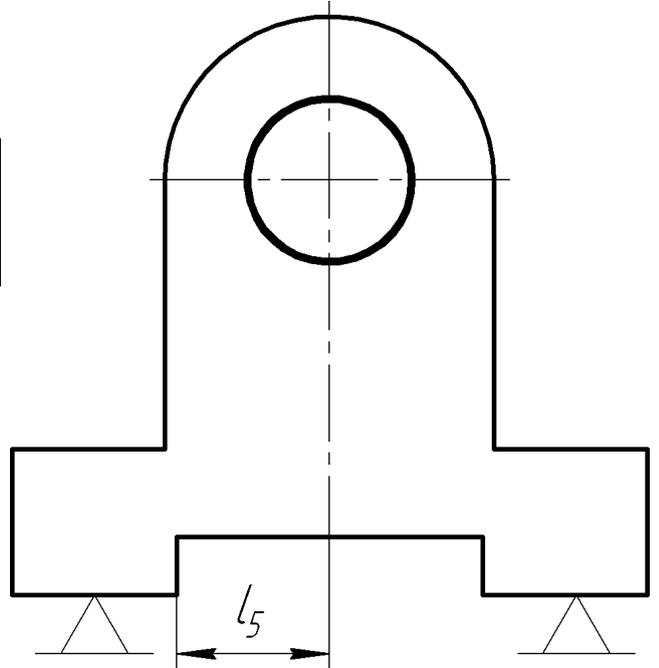
Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах), выявить векторно-скалярную размерную цепь и определить операционные размеры l_4 и l_5 , обеспечивающие размеры и технические условия, указанные на чертеже.

План обработки (фрагмент)

Операция 15. Фрезерная



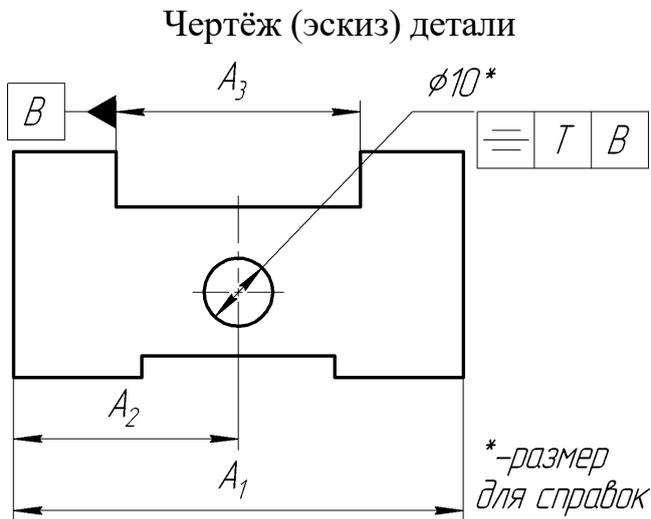
Операция 20. Сверлильная



Вариант	A	T
1	$24^{+0,14}$	0,28
2	$32^{+0,16}$	0,36
3	$28^{+0,28}$	0,34

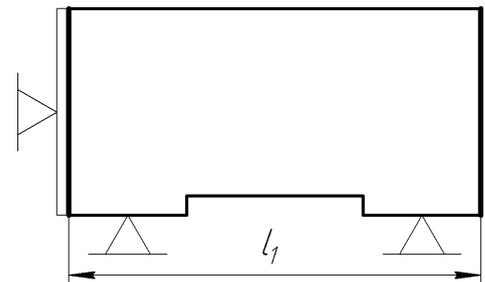
22
Задача 2

Дано: чертёж (эскиз) детали и план обработки (фрагмент). Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах), выявить векторно-скалярную размерную цепь и определить операционные размеры l_1 , l_2 , l_3 и l_4 , обеспечивающие выполнение размеров и технических условий, указанных на чертеже.

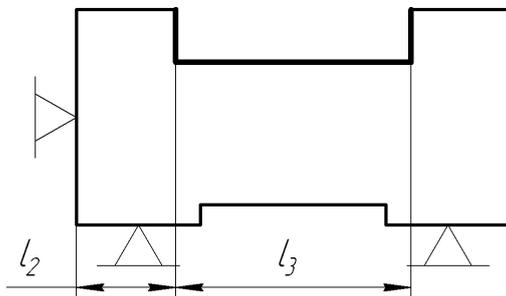


План обработки (фрагмент)

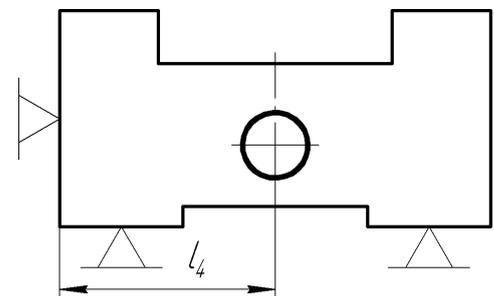
Операция 10. Фрезерная



Операция 15. Фрезерная



Операция 20. Сверлильная



Вариант	A_1	A_2	A_3	T
1	$80_{-0,3}$	$40 \pm 0,1$	$10^{+0,15}$	0,4
2	$76_{-0,4}^{-0,1}$	$38 \pm 0,05$	$12_{-0,12}$	0,42
3	$84^{+0,3}$	$42_{-0,12}$	$14 \pm 0,05$	0,38

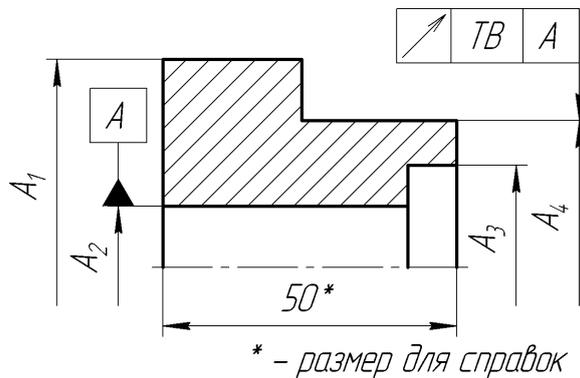
Задачи по расчёту цилиндрических поверхностей

Задача 1

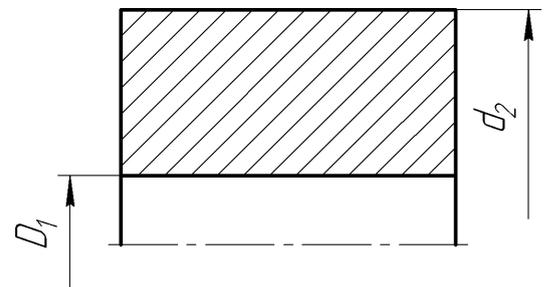
Дано: чертёж (эскиз) детали, эскиз заготовки и план обработки (фрагмент).

Представить технологический процесс в виде математической модели (в графической и аналитической формах) и определить технологические биения, технологические размеры диаметров и диаметры заготовки (с учётом биений припусков).

Чертёж (эскиз) детали

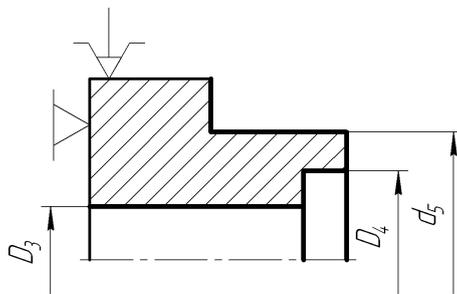


Эскиз заготовки



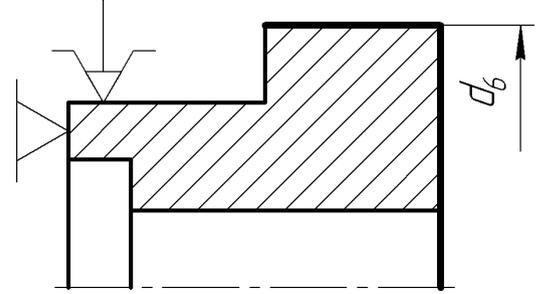
План обработки (фрагмент)

Операция 05. Токарная



Допускаемое радиальное биение поверхностей D_3 , D_4 и d_5 относительно базы TB_5 , TB_5 , TB_5

Операция 10. Токарная



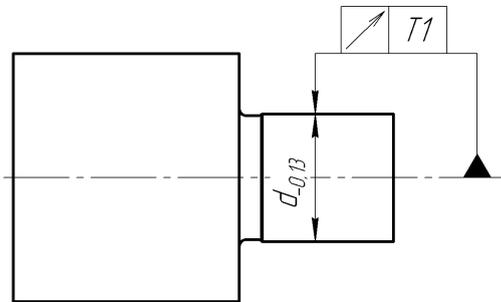
Допускаемое радиальное биение поверхности d_6 относительно базы TB_{10} .

Вариант	A_1	A_2	A_3	A_4	TB
1	$\varnothing 77_{-0,12}$	$\varnothing 46^{+0,12}$	$\varnothing 58^{+0,1}$	$\varnothing 68_{-0,12}$	0,10
2	$\varnothing 71_{-0,16}$	$\varnothing 51^{+0,1}$	$\varnothing 54^{+0,12}$	$\varnothing 65_{-0,14}$	0,12
3	$\varnothing 80_{-0,14}$	$\varnothing 45^{+0,12}$	$\varnothing 60^{+0,14}$	$\varnothing 70_{-0,1}$	0,14

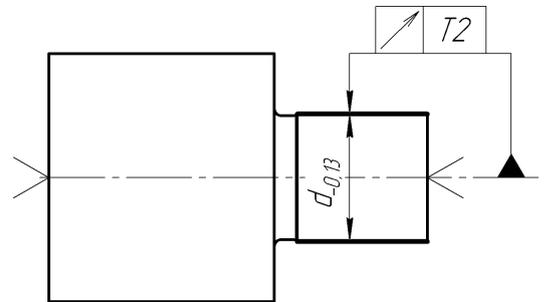
24
Задача 2

Дано: эскиз заготовки и операционный эскиз. Определить значение диаметра d с учётом обеспечения необходимой величины припуска, снимаемого на операции.

Эскиз заготовки



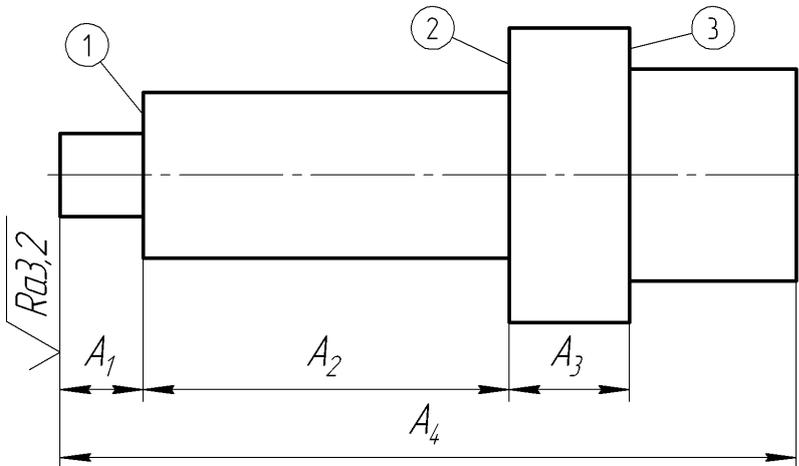
Операционный эскиз



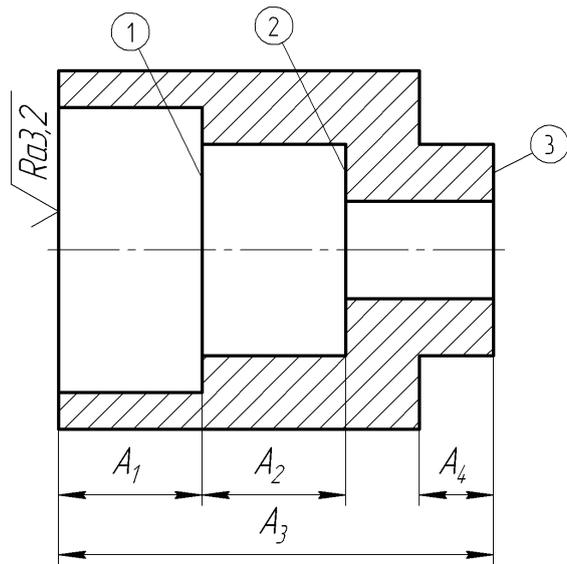
Вариант	A	$T1$	$T2$
1	$\text{Ø}28_{-0,05}$	0,10	0,050
2	$\text{Ø}35_{-0,052}$	0,08	0,060
3	$\text{Ø}30_{-0,03}$	0,12	0,052

Эскизы деталей и варианты заданий
для разработки маршрутного технологического процесса

Эскиз 1



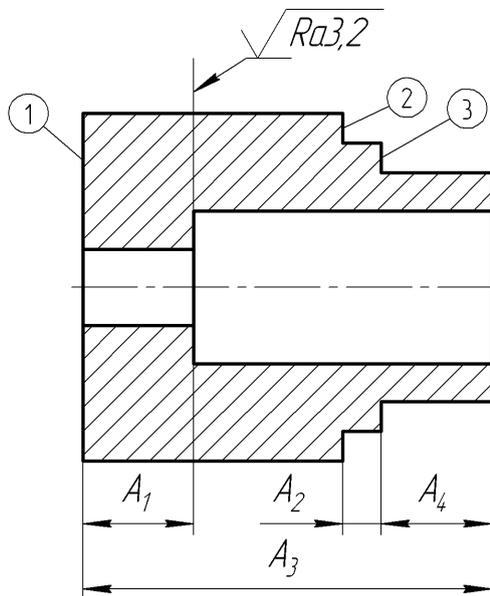
$\sqrt{Ra6,3 (\checkmark)}$
Исключая
поверхности 1,2,3



$\sqrt{Ra6,3 (\checkmark)}$

Исключая
поверхности 1,2,3

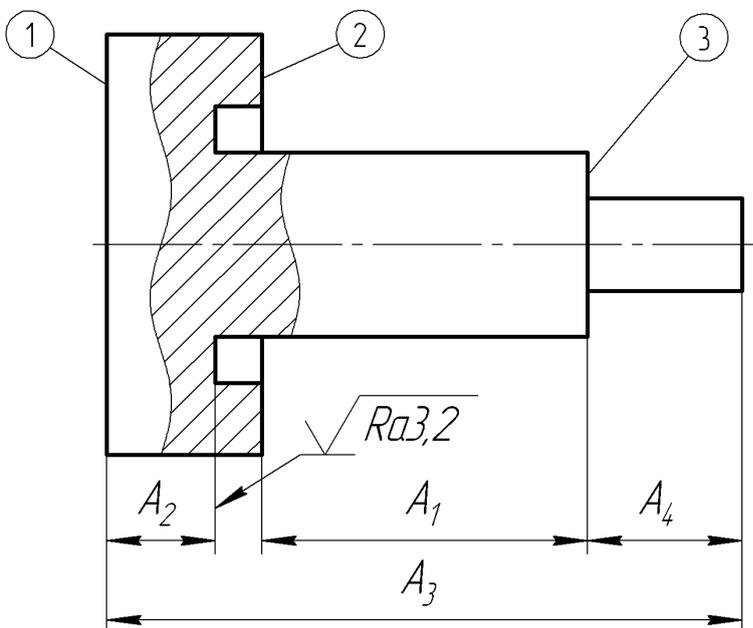
Эскиз 3



$\sqrt{Ra6,3 (\checkmark)}$

Исключая
поверхности 1,2,3

Эскиз 4



$\sqrt{Ra6,3 (\checkmark)}$

Исключая
поверхности 1,2,3

Исходные данные

№ варианта	№ эскиза	Размеры детали, мм				Шероховатость (Ra) поверхностей в соответствии с их номерами на эскизе, мкм			Годовая программа выпуска деталей, шт.
		A_1	A_2	A_3	A_4	1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	$5^{+0,1}$	$40_{-0,1}$	$30_{-0,1}$	$78_{-0,1}$	6,3	3,2	1,6	12 000
2	1	$10^{+0,5}$	$60_{-0,15}$	$20_{-0,2}$	$100_{-0,1}$	1,6	0,8	3,2	40 000
3	1	$7^{+0,5}$	$80_{-0,3}$	$10_{-0,3}$	$115_{-0,1}$	1,6	3,2	0,8	300
4	1	$8^{+0,3}$	$100_{-0,2}$	$15_{-0,1}$	$130_{-0,2}$	0,8	0,8	0,8	100 000
5	1	$15_{-0,1}$	$125_{-0,05}$	$25_{-0,05}$	$190_{-0,5}$	6,3	3,2	6,3	15 000
6	1	$20_{-0,5}$	$20_{-0,1}$	$10_{-0,1}$	$80_{-0,1}$	3,2	6,3	6,3	25 000
7	1	$10_{-0,1}$	$35_{-0,1}$	$5_{-0,1}$	$85_{-0,1}$	6,3	6,3	3,2	5 000
8	1	$15^{+0,2}$	$65_{-0,6}$	$8_{-0,2}$	$120_{-0,2}$	3,2	0,8	3,2	2 500
9	1	$7_{-0,2}$	$75_{-0,05}$	$12_{-0,3}$	$110_{-0,3}$	3,2	3,2	3,2	800
10	1	$12^{+0,2}$	$81_{-0,15}$	$16_{-0,6}$	$120_{-0,5}$	3,2	0,8	0,8	10 000
11	1	$20_{-0,5}$	$35_{-0,4}$	$10_{-0,1}$	$85_{-0,2}$	6,3	3,2	3,2	300
12	1	$15_{-0,5}$	$20_{-0,1}$	$5_{-0,1}$	$80_{-0,2}$	1,6	3,2	1,6	15 000
13	1	$20_{-0,5}$	$60_{-0,15}$	$20_{-0,2}$	$120_{-0,4}$	3,2	1,6	1,6	5 000
14	2	$20_{-0,5}$	$15_{-0,2}$	$45_{-0,1}$	$5_{-0,1}$	6,3	3,2	1,6	50
15	2	$10_{-0,4}$	$15_{-0,2}$	$50_{-0,2}$	$10_{-0,1}$	3,2	1,6	6,3	100 000
16	2	$28_{-0,3}$	$14_{-0,1}$	$60_{-0,5}$	$10_{-0,1}$	1,6	6,3	3,2	3 000
17	2	$10^{+0,3}$	$10_{-0,1}$	$25_{-0,1}$	$3_{-0,1}$	1,6	3,2	0,8	25 000
18	2	$20^{+0,6}$	$20_{-0,3}$	$50_{-0,5}$	$5_{-0,2}$	3,2	1,6	6,3	70 000
19	2	$10^{+0,1}$	$10_{-0,1}$	$30^{+0,1}$	$6_{-0,2}$	6,3	1,6	3,2	125 000
20	2	$30^{+0,4}$	$35_{-0,3}$	$80^{+0,3}$	$10_{-0,1}$	3,2	6,3	1,6	50 000
21	2	$20_{-0,2}$	$20_{-0,2}$	$64^{+0,1}$	$6_{-0,1}$	0,8	1,6	3,2	10 000
22	2	$20_{-0,1}$	$30_{-0,1}$	$60_{-0,1}$	$5_{-0,1}$	0,8	3,2	1,6	6 000
23	2	$20_{-0,1}$	$60_{-0,4}$	$100_{-0,5}$	$10_{-0,2}$	1,6	0,8	3,2	40 000
24	2	$30^{+0,4}$	$40_{-0,3}$	$90_{-0,5}$	$8_{-0,1}$	3,2	0,8	1,6	100
25	2	$25^{+0,3}$	$20_{-0,2}$	$65_{-0,1}$	$10_{-0,2}$	1,6	1,6	1,6	5 000
26	3	$5^{+0,1}$	$40_{-0,1}$	$30_{-0,1}$	$78_{-0,1}$	6,3	3,2	1,6	12 000
27	3	$10^{+0,1}$	$60_{-0,15}$	$20_{-0,2}$	$100_{-0,1}$	1,6	0,8	3,2	40 000
28	3	$7^{+0,5}$	$80_{-0,3}$	$10_{-0,3}$	$115_{-0,1}$	1,6	3,2	0,8	300
29	3	$8^{+0,3}$	$100_{-0,2}$	$15_{-0,1}$	$130_{-0,2}$	0,8	0,8	0,8	100 000
30	3	$15_{-0,1}$	$125_{-0,05}$	$25_{-0,05}$	$190_{-0,5}$	6,3	3,2	6,3	15 000
31	3	$20_{-0,5}$	$20_{-0,1}$	$10_{-0,1}$	$80_{-0,1}$	3,2	6,3	6,3	25 000

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Вопросы к теме 1 «Предмет и задачи размерного анализа».

1. Каково предназначение и ключевые цели размерного анализа?
2. Какие сведения о разработке технологических процессов получают благодаря размерному анализу?
3. Какие этапы работы необходимо выполнить при проведении размерного анализа?
4. Какие начальные данные требуются для выполнения размерного анализа?
5. Что такое размерная цепь и технологическая размерная цепь?
6. Какие типы технологических размерных цепей бывают?
7. Для чего нужно выявление и расчёт размерных цепей технологической системы?
8. Почему важно обнаруживать и рассчитывать операционные размерные цепи?
9. Из каких элементов состоит любая размерная цепь?
10. Определите понятия: операционный размер, граф размерной цепи, путь, контур, цепь последовательности рёбер графа.

Вопросы к теме 2 «Операционные размеры, допуски и припуски».

1. В чём различие между установочной технологической базой и исходной технологической базой?
2. Почему важно соблюдать принцип совпадения исходной (ИБ) и конструкторской (КБ) баз, а также установочной (УБ) и первой исходной (ИБ1) баз?
3. Какие поверхности заготовки рекомендуется выбирать в качестве исходных и установочных технологических баз для промежуточных операций?
4. Какие размеры считаются межоперационными, а какие – внутрипроцессными?
5. Почему точность внутрипроцессных размеров обычно задают выше, чем точность межоперационных?
6. Почему выбор системы назначения допусков на линейные координаты зависит от направления контролируемого размера?
7. Объясните термины: операционный припуск, общий припуск, номинальный припуск, минимальный припуск, средний припуск, максимальный припуск. Зачем требуется такая классификация припусков?
8. Какие факторы вызывают неравномерность припуска?
9. Как определяется расчетный минимальный припуск и из каких компонентов он состоит?
10. Какие основные рекомендации используются при выборе допусков на операционные размеры?

Вопросы к теме 3 «Формирование технологических размерных цепей».

1. Какова процедура проведения размерного анализа?
2. Расскажите, что означают следующие термины: размерная цепь, замыкающее звено, увеличивающее звено, уменьшающее звено?
3. Что представляет собой размерная схема? Каковы ее цель и процесс создания?
4. Как осуществляется расчет размерной цепи? Какие исходные данные нужны для этого расчета и какие результаты он дает?
5. Что такое операционная размерная цепь?
6. Объясните специфику понятий замыкающего и составляющего звена в контексте операционных размерных цепей.
7. Опишите последовательность действий при выполнении размерного анализа.
8. Знаете ли вы методы коррекции выбранного варианта технологического процесса, если размерный анализ показывает, что точность конструкторских размеров не достигается?
9. В чем заключается трансформация чертежей детали и заготовки для проведения размерного анализа технологического процесса?
10. Как выбираются направления увеличивающих и уменьшающих звеньев на схемах размерных цепей?
11. Как формулируется главное правило установления допусков при решении размерных цепей методом максимума-минимума?
12. Какую информацию необходимо иметь для построения технологических размерных цепей?

Вопросы к теме 4 «Размерный анализ технологических процессов».

1. Как происходит процесс построения, идентификации составляющих звеньев, запись и решение уравнений технологической размерной цепи?
2. Какие методы используют в практике расчетов для определения номинального значения замыкающего звена и его точности?
3. Что служит основой для решения проверочной задачи методами предельных значений и отклонений?
4. Какие ограничения накладываются на использование метода максимума-минимума при расчете размерных цепей?
5. В чем заключаются особенности формирования размерных цепей при обработке деталей на станках с числовым программным управлением (ЧПУ)?
6. Что подразумевается под размерной цепью и технологической размерной цепью?
7. Какие разновидности технологических размерных цепей существуют?
8. С какой целью проводят идентификацию и расчеты размерных цепей

технологической системы?

9. С какой целью идентифицируют и рассчитывают операционные размерные цепи?
10. Какие элементы входят в состав любой размерной цепи?
11. Что представляют собой такие понятия, как операционный размер, граф размерной цепи, путь, контур, цепь последовательности ребер графа?
12. Какую вершину (поверхность заготовки) и почему можно выбрать в качестве корневой вершины при построении производного дерева?
13. Как проверить правильность построения производного и исходного деревьев?
14. Для чего разрабатывается размерная схема технологического процесса?
15. В каком порядке выполняют идентификацию и расчет технологических размерных цепей?

Вопросы к теме 5 «Размерный анализ типовых деталей машин».

1. Что обозначают разрывы и замкнутые контуры в производном или исходном дереве?
2. Какие особенности характерны для расчета размерных цепей в технологических процессах?
3. Что представляет собой размерная схема технологического процесса?
4. На какие категории можно классифицировать размерные схемы технологических процессов?
5. Назовите известные способы, порядок построения и оформления размерных схем при проведении размерного анализа технологических процессов.
6. Объясните, почему возможно применять теорию графов для выявления технологических размерных цепей.
7. Каков алгоритм построения производного, исходного и совмещенного графов?
8. Какие недочеты и ошибки в технологическом процессе могут быть выявлены посредством графовой модели технологических размерных цепей?
9. Как производится выявление и запись уравнений для расчета технологических размерных цепей по совмещенному графу?
10. В чем заключается разница в расчете размерной цепи в зависимости от того, является ли замыкающим звеном размер припуска или конструктивный размер?
11. Какие основные требования к проектированию технологического процесса обеспечиваются применением размерного анализа?

6.4 Вопросы тестовой оценки уровня сформированности компетенций студентов по дисциплине и на коллоквиумах

Типовые тестовые задания по дисциплине и к коллоквиуму №1.

1 Моделирование — это:

- а) метод теоретического исследования;
- б) метод экспериментального исследования;
- в) метод исследования, связанный с построением и исследованием моделей, основанный на возможности переноса знаний с модели на изучаемый объект;
- г) метод исследования, связанный с построением и исследованием моделей изучаемых объектов.

2 Этапы моделирования:

- а) предварительное изучение объекта;
- б) построение модели изучаемого объекта;
- в) изучение модели;
- г) перенос знаний, полученных при исследовании модели на изучаемый объект.

3 Какой этап исключается при моделировании несуществующих объектов? (по вопросу 2)

- а); г); а) и г); д) никакой.

4 Моделирование может быть использовано:

- а) когда доступ к объекту затруднён или невозможен;
- б) когда эксперименты на модели связаны с риском его повреждения; в) когда изучаемый объект слишком мал или чрезмерно велик;
- г) в любых случаях.

5 Каким должно быть отношение между объектами, когда один из них может использоваться как модель другого:

- а) сходство; б) аналогия; в) идентичность; г) подобие; д) копия;
- е) любое из перечисленных.

6 Могут ли быть изучаемый объект и его модель объектами различной физической природы:

- а) нет;
- б) да, если между ними несомненное физическое сходство;
- в) да, если при переходе от модели к объекту не изменяются или изменяются в допустимых пределах критерии подобия.

7 Один физический объект может быть моделью другого физического объекта в случае:

- а) полного физического подобия, когда используемые критерии подобия не изменяются при переходе от модели к объекту;
- б) неполного физического подобия, когда используемые критерии подобия изменяются в допустимых пределах при переходе от модели к объекту;

- в) подобия в интересующем нас аспекте;
- г) когда, исследуя модель, мы получаем результаты, не противоречивые по отношению к изучаемому объекту;
- д) в любом из перечисленных случаев.

8 Критерии подобия — это:

- а) особые безразмерные числа;
- б) величины, составленные из характеристик объекта или процесса таким образом, что размерности этих характеристик сокращаются;
- в) безразмерные величины, составленные из характеристик процесса или объекта, которые остаются неизменными при переходе от модели к объекту.

9 Функции модели:

- а) замена изучаемого объекта;
- б) замена изучаемого объекта на период исследования;
- в) получение знаний об объекте без непосредственного контакта с ним.

10 Моделирование — это:

- а) вынужденный метод исследования, когда прямое изучение объекта невозможно или затруднено;
- б) метод исследования, применяемый в случаях, когда приемлемым являются даже приближённые знания об изучаемом объекте;
- в) универсальный метод научного познания;
- г) метод исследования, используемый преимущественно практиками.

11 Моделирование — это:

- а) совокупность действий, связанных с построением модели изучаемого объекта;
- б) проведение экспериментов на модели изучаемого объекта;
- в) перенос знаний, полученных на модели на изучаемый объект;
- г) все три предыдущих варианта ответов на данный вопрос.

12 Модель — это:

- а) заменитель объекта на период исследования; б) заменитель объекта в случае его отсутствия;
- в) заменитель объекта в случае, если он недоступен; г) все три предыдущих варианта ответа.

13 Анализ — это:

- а) метод исследования, связанный с разложением изучаемого объекта на составляющие;
- б) метод исследования, связанный с изучением объекта или процесса, как целого;
- в) метод исследования, с использованием которого в зависимости от целей исследования изучаемый объект или разлагается на составляющие, или рассматривается как целое.

14 Случайный процесс — это:

- а) процесс, описываемый случайной функцией;

- б) процесс $x(t)$, значение которого при любом значении аргумента t является случайной величиной;
- в) процесс, в котором отсутствуют закономерности, устойчивые связи между мгновенными значениями, который имеет вид хаотических, нерегулярных изменений;
- г) цепь случайных событий;
- д) цепь случайных величин, связанных корреляционными связями;

15 Моделирование случайных процессов применяется для:

- а) проведения экспериментов по изучению объектов или процессов тогда, когда проведение прямых экспериментов на них невозможно или нежелательно;
- б) упрощения процедуры изучения объектов или процессов;
- в) построения математических описаний изучаемых объектов или процессов;
- г) того, чтобы сделать эксперименты, связанные с изучением объектов или процессов, полностью управляемыми;
- д) для выработки стратегий управления ими;
- е) для достижения любой из перечисленных целей.

16 Случайная величина — это:

- а) переменная величина, которая может принимать любое значение из заданного множества;
- б) переменная величина, меняющаяся по определённому закону;
- в) переменная величина, значение которой известно заранее (до измерения).

17 Стабильный процесс — это:

- а) процесс, имеющий постоянный средний уровень;
- б) процесс, имеющий постоянный уровень рассеивания;
- в) процесс, каждый показатель качества которого находится в состоянии статистической управляемости;
- г) процесс, имеющий постоянную долю несоответствующих единиц продукции.

18 Допуск размера:

- а) всегда > 0 ; б) всегда < 0 ;
- в) может быть ≥ 0 ; г) может быть ≤ 0 .

19 Наибольший предельный размер может быть:

- а) меньше номинального размера; б) больше номинального размера;
- в) равным номинальному размеру.

20 Интервал значений размера, ограниченный верхним и нижним предельными отклонениями:

- а) допуск размера;
- б) поле допуска размера; в) квалитет.

21 Исполнительный размер $10 \pm 0,2$ имеет:

- а) симметричное поле допуска;

- б) асимметричное поле допуска;
- в) одностороннее поле допуска;
- г) предельно асимметричное поле допуска.

22 Нижнее предельное отклонение является основным для полей допусков, расположенных:

- а) над нулевой линией; б) под нулевой линией.

23 У основного вала равно нулю:

- а) верхнее предельное отклонение; б) нижнее предельное отклонение;

24 Номинальный размер 6 мм входит в интервал:

- а) св. 3 до 6 мм; б) св. 6 до 10 мм.

25 Исполнительный размер отверстия 10-го качества в системе вала:

- а) 10H7; б) 10a10; в) 10F10.

26 С уменьшением номера качества:

- а) увеличивается точность;
- б) уменьшается точность;
- в) увеличивается допуск;
- г) уменьшается допуск.

27 Отклонение от перпендикулярности относится к:

- а) отклонениям формы поверхности;
- б) отклонениям расположения поверхности.

28 Определить, для какого размера неправильно указаны предельные отклонения (согласно правилу нанесения предельных отклонений на чертежах);

- а) $100^{+0,035}$; б) $100_{-0,105}^{-0,140}$; в) $100_{-0,6}^{-0,087}$; г) $100^{+0,015}$.

30 В обозначении исполнительного размера отверстия 70H8 буква H обозначает:

- а) номер качества;
- б) номинальный размер; в) основное отклонение; г) допуск.

31 Параметр шероховатости Rz называется:

- а) высота неровностей профиля по десяти точкам; б) наибольшая высота неровностей профиля;
- в) средняя арифметическая высота неровностей профиля; г) средний шаг местных выступов.

Типовые тестовые задания по дисциплине и к коллоквиуму №2.

32 Размерная схема технологического процесса составляется:

- а) только для линейных размеров;
- б) только для диаметральных размеров;
- в) в основном для линейных размеров.

33 Какой буквой обозначаются на размерной схеме конструкторские размеры?

- а) А;
- б) В;
- в) С.

34 Какой буквой обозначаются на размерной схеме технологические размеры?

- а) А;
- б) В;
- в) С.

35 Какой буквой обозначаются на размерной схеме размеры заготовки?

- а) А;
- б) В;
- в) С.

36 Какой буквой обозначаются на размерной схеме припуски?

- а) Z;
- б) В;
- в) С.

37 Какой линий на графе размерной схемы обозначаются конструкторские размеры?

- а) прямой;
- б) кривой;
- в) пилообразной.

38 Какой линий на графе размерной схемы обозначаются технологические размеры?

- а) прямой;
- б) кривой;
- в) пилообразной.

39 Какой линий на графе размерной схемы обозначаются размеры заготовки?

- а) прямой;
- б) кривой;
- в) пилообразной.

40 Какой линий на графе размерной схемы обозначаются размеры припусков?

- а) прямой;
- б) кривой;
- в) пилообразной.

41 Что моделирует направленная связь на графе размерной схемы?

- а) конструкторский размер;
- б) технологический размер;
- в) размер припуска.

42 Как нумеруются линии поверхностей на размерной схеме технологического процесса?

- а) произвольно;
- б) по группам размеров;
- в) по порядку.

43 Как нумеруются конструкторские размеры на размерной схеме?

- а) произвольно;
- б) по группам поверхностей;
- в) по порядку.

44 Как нумеруются технологические размеры на размерной схеме?

- а) произвольно;
- б) по группам поверхностей;
- в) по порядку.

45 Как нумеруются размеры припусков на размерной схеме?

- а) произвольно;
- б) по группам поверхностей;
- в) по порядку.

46 На сколько деревьев раскладывается общий граф размерной схемы ТП?

- а) 2; б) 3; в) 1.

47 Как называется дерево, включающее в себя конструкторские размеры?

- а) исходное;
- б) производное;
- в) начальное.

48 Как называется дерево, включающее в себя технологические размеры?

- а) исходное;
- б) производное;
- в) начальное.

49 Как называется дерево, включающее в себя размеры припусков?

- а) исходное;
- б) производное;
- в) начальное.

50 Как называется дерево, включающее в себя размеры заготовки?

- а) исходное;
- б) производное;

в) начальное.

51 С какого звена начинают выявление размерных цепей на графе размерной схемы ТП?

- а) с замыкающего;
- б) с максимального;
- в) с минимального.

52 Какие размеры в технологической размерной цепи являются замыкающими звеньями?

- а) конструкторские размеры;
- б) технологические размеры;
- в) размеры заготовки;
- г) размеры припуска;
- д) размеры исходного дерева.

53 Как осуществляется обход технологической размерной цепи при составлении уравнений?

- а) в направлении от большего к меньшему номеру поверхности замыкающего звена;
- б) в направлении от меньшего к большему номеру поверхности замыкающего звена;
- в) в направлении от большего к меньшему номеру поверхностей размерной схемы;
- г) в направлении от меньшего к большему номеру поверхностей размерной схемы.

54 Как определяется знак «минус» для составляющей уравнения технологической размерной схемы?

- а) при уменьшении номеров на графе при переходе по звену;
- б) при увеличении номеров на графе при переходе по звену;
- в) при уменьшении номеров на графе при переходе по замыкающему звену.

55 Какой признак графового анализа говорит о неполноте маршрута обработки?

- а) наличие изолированной вершины в производном дереве;
- б) наличие изолированной вершины в исходном дереве;
- в) наличие изолированной вершины в смешанном графе.

56 Какой признак графового анализа говорит об избыточности технологических размеров?

- а) замкнутый цикл на исходном дереве;
- б) замкнутый цикл на производном дереве;
- в) замкнутый цикл на смешанном графе.

6.5 Перечень вопросов для подготовки к экзамену

- 1 В чём заключается назначение и основные задачи размерного анализа?
- 2 Какие данные для разработки технологических процессов получают при помощи размерного анализа?
- 3 Какой комплекс работ должен быть выполнен при проведении размерного анализа?
- 4 Какие исходные данные необходимы для проведения размерного анализа?
- 5 Дайте определение понятий базирование, технологическая база. Какие виды технологических баз выделяют?
- 6 В чём заключается отличие установочной технологической базы от исходной технологической базы?
- 7 Почему необходимо соблюдать принципы совмещения исходной (ИБ) и конструкторской (КБ) баз, а также установочной (УБ) и первой исходной (ИБ1) баз?
- 8 Какие поверхности заготовки следует принимать в качестве исходных и установочных технологических баз для промежуточных операций?
- 9 Какие размеры относятся к межоперационным, а какие — к внутри операционным?
- 10 Почему точность внутри операционных размеров назначают выше, чем точность межоперационных?
- 11 Почему выбор системы простановки допусков на линейные координирующие размеры зависит от направления выдерживаемого размера?
- 12 Дайте определение понятий: операционный припуск; общий припуск; номинальный припуск; минимальный припуск; средний припуск; максимальный припуск. Почему необходимо такое распределение припусков по категориям?
- 13 В чём заключаются причины возникновения неравномерности припуска?
- 14 В чём состоит определение расчётного минимального припуска и какие его составляющие?
- 15 Какие основные правила (рекомендации) по выбору допусков на операционные размеры применяются?
- 16 В чём заключается последовательность проведения размерного анализа?
- 17 Поясните в чём состоят понятия: размерная цепь; замыкающее звено; увеличивающее звено; уменьшающее звено?
- 18 Что такое размерная схема? Какова цель и порядок её разработки?
- 19 Каков порядок расчёта размерной цепи? Какие исходные данные необходимы для него, и какие результаты он даёт?
- 20 Что такое операционные размерные цепи?

- 21 Поясните, в чём заключаются особенности понятий замыкающего и составляющего звена в операционных размерных цепях?
- 22 В чем состоит последовательность выполнения размерного анализа?
- 23 Известны ли вам способы корректировки принятого варианта технологического процесса в случае, когда размерный анализ показал, что точность конструкторских размеров не обеспечивается?
- 24 В чём заключается преобразование чертежей детали и заготовки для проведения размерного анализа технологического процесса?
- 25 Как выбирают направления увеличивающих и уменьшающих звеньев на схемах размерных цепей?
- 26 Как формулируется основное правило определения допусков при решении размерных цепей по методу максимума-минимума?
- 27 Какая исходная информация необходима для построения технологических размерных цепей?
- 28 Каков порядок построения, выявления составляющих звеньев, записи и решения уравнений технологической размерной цепи?
- 29 Какими способами в практике расчётов можно определить номинальную величину замыкающего звена и её точность?
- 30 Что является основой решения проверочной задачи способом предельных значений и способом отклонений?
- 31 Какие факторы ограничивают применение метода максимума-минимума для расчётов размерных цепей?
- 32 В чём заключаются особенности формирования размерных цепей при обработке заготовок на станках с ЧПУ?
- 33 Что понимают под размерной цепью и технологической размерной цепью?
- 34 Какие виды технологических размерных цепей существуют?
- 35 С какой целью выявляют и рассчитывают размерные цепи технологической системы?
- 36 С какой целью выявляют и рассчитывают операционные размерные цепи?
- 37 Какие звенья входят в любую размерную цепь?
- 38 В чем состоят понятия: операционный размер; граф размерной цепи; путь; контур; цепь последовательности рёбер графа?
- 39 Какую вершину (поверхность заготовки) и почему можно использовать в качестве корня при построении производного дерева?
- 40 Как проверяют правильность построения производного и исходного деревьев?
- 41 Для чего составляют размерную схему технологического процесса?
- 42 В какой последовательности производят выявление и расчёт технологических размерных цепей?
- 43 На что указывают разрывы и замкнутые контуры в производном или

исходной деревьях?

44 Какие особенности расчёта размерной цепи в технологических процессах?

45 Что представляет собой размерная схема технологического процесса?

46 На какие группы можно разделить размерные схемы технологических процессов?

47 Укажите какие способы, порядок построения и оформление размерных схем при размерном анализе технологических процессов известны?

48 Обоснуйте почему существует возможность применения теории графов для выявления технологических размерных цепей?

49 В чем состоит порядок построения производного, исходного и совмещённого графов?

50 Какие недостатки и ошибки в построении технологического процесса можно выявить по графовой модели технологических размерных цепей?

51 Каков порядок выявления и записи уравнений для расчёта технологических размерных цепей по совмещённому графу?

52 Чем отличается расчёт размерной цепи в зависимости от того, является замыкающим звеном размер припуска или конструкторский размер?

53 Выполнение каких основных требований к проектируемому технологическому процессу обеспечивает применение размерного анализа?

54 На какие четыре основные группы делятся размерные схемы технологических процессов?

55 Для расчёта параметров точности каких типов деталей применяют построение комбинированных размерных схем?

56 В чём заключается контроль размерной корректности варианта технологического процесса?

57 За счёт чего размерный анализ даёт возможность создать технологический процесс с минимальным количеством переходов?

58 Как аппарат размерного анализа решает задачу снижения массы заготовок, экономии материала заготовки при исключении «чернот», уменьшении затрат труда на проектирование и обработку?

59 Какие способы корректирования технологических процессов применяют, если размерный анализ выявил невыполнение требований точности к детали?

6.6 Тематика и содержание курсового проекта

Курсовой проект (работа) по дисциплине «Размерное моделирование и анализ технологических процессов» не предусмотрен.

7.1 Рекомендуемая литература**Основная литература**

1. Зелинский, А. Н. Размерный анализ технологических процессов механической обработки : учебное пособие / А. Н. Зелинский, А. М. Зинченко, С. Ю. Стародубов. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 272 с. — ISBN 978-5-9729-1554-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346958> (дата обращения: 22.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

<https://vk.cc/cGc7wO> — Доступ: по абонементу в библиотеке ДонГТУ.

2. Должиков, В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве : учебное пособие / В. П. Должиков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 328 с. — ISBN 978-5-8114-4385-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206858> (дата обращения: 20.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Преображенская, Е. В. Обеспечение точности технологических процессов : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 75 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182481> (дата обращения: 9.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Ашихмин, В. Н. Размерный анализ технологических процессов: практикум : учебно-методическое пособие / В. Н. Ашихмин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 60 с. — ISBN 978-5-7262-1237-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75717> (дата обращения: 19.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сборник практических работ по размерному анализу технологических процессов / Г. Я. Беляев [и др.]. — Минск: БНТУ, 2010. — 350 с. — Текст : электронный // Репозиторий Белорусского национального технического университета. — URL <https://rep.bntu.by/handle/data/19498?show=full> (дата обращения: 19.06.2024). — Режим доступа: открытый ресурс.

3. Галкин, М. Г. Практика технологического размерного анализа : учебно-методическое пособие / М. Г. Галкин, Смагин.А.С.. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 107 с. — ISBN 978-5-7996-1783-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99076> (дата обращения: 9.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Скворцов, В. Ф. Основы размерного анализа конструкций изделий: учебное : учебное пособие / В. Ф. Скворцов. — Томск : ТПУ, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-4387-0133-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10321> (дата обращения: 19.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5 Размерный анализ технологических процессов / В. В. Матвеев [и др.]. — М.: Машиностроение, 1982. — 264 с., ил.

<https://vk.cc/cGdsXe> — Доступ: по абонементу в библиотеке ДонГТУ.

6 Псигин, Ю. В. Лабораторный практикум по дисциплине «Математическое моделирование в машиностроении»: учеб. пособие / Ю. В. Псигин. — Ульяновск: УлГТУ, 2014. — 137 с. Текст : электронный // Научная библиотека УлГТУ. — URL: <https://lib.laop.ulstu.ru/venec/2015/9.pdf> (дата обращения: 10.06.2024). — Режим доступа: свободный доступ.

7. Беляев, Г. Я. Размерный анализ технологических процессов: курс лекций / Г. Я. Беляев. — Минск: БНТУ, 2010. — 164 с. Репозиторий Белорусского национального технического университета. — URL <https://rep.bntu.by/handle/data/6551> (дата обращения: 19.06.2024). — Режим доступа: открытый ресурс.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.

6. Электронно-библиотечная система Лань. — Санкт-Петербург. — URL: <https://e.lanbook.com/> — Текст: электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

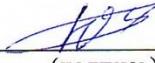
Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Специальные помещения:</p> <p>1. <i>Лекционная аудитория</i></p> <p>2. <i>Мультимедийная аудитория. (50 посадочных мест), оборудованная специализированной (учебной) мебелью (скамья учебная – 50 шт., стол компьютерный – 1 шт., доска аудиторная– 3 шт.), АРМ учебное ПК (монитор + системный блок), мультимедийный видеопроектор – 1 шт., широкоформатный экран.</i> Оборудование: – микроскоп видеоизмерительный MBZ-300 (2шт) – твердомер Метолаб Инструмент: Штангенциркули ШЦ-I, ШЦ-II; Микрометры МК и МР.</p> <p>3. <i>Аудитория для проведения практических занятий, для самостоятельной работы.</i></p> <p>4. <i>Лаборатория САПР (20 посадочных мест), оборудованная учебной мебелью, 10 персональных компьютеров с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС, принтерами.</i></p> <p>5. <i>Лаборатория ВСТИ (оснащена приборами и контрольными средствами измерения).</i></p> <p>6. <i>Лаборатория (учебные мастерские) (оснащена станочным оборудованием, роботом, станками с ЧПУ. Имеет комплекты мерительного, режущего и вспомогательного инструментов, станочные приспособления (центры, самоцентрирующие патроны, люнеты и др.)</i></p>	<p>ауд. <u>303</u> корп. <u>четвертый</u></p> <p>ауд. <u>103</u> корп. <u>третий</u></p> <p>ауд. <u>303</u> корп. <u>третий</u></p> <p>ауд. <u>307</u> корп. <u>третий</u></p> <p>ауд. <u>101</u> корп. <u>четвертый</u></p> <p>ауд. <u>102</u> корп. <u>третий</u></p>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры
технологии и организации
машиностроительного
производства

(должность)


(подпись)

Ю.В. Пипкин
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой
технологии и организации
машиностроительного производства

(должность)

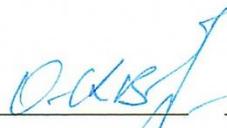

(подпись)

А.М. Зинченко
(Ф.И.О.)

Протокол № 11 заседания кафедры
технологии и организации
машиностроительного производства

от 10.07 20 24 г.

И.о. декана факультета
горно-металлургической промышленности
и строительства


(подпись)

О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано
Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
15.04.03 Прикладная механика
(«Цифровые технологии
в производственной сфере»)


(подпись)

А.М.Зинченко
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	