



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

## **Практические занятия** по дисциплине

# **«Проектирование технологических процессов изготовления деталей»**



Авторы  
Чаава М. М.,  
Чукарина И. М.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Проектирование технологических процессов изготовления деталей» предназначены для магистров всех форм обучения по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Научный редактор д.т.н., проф. М.Е. Попов

## Авторы

кандидат технических наук,  
доцент

М.М. Чаава

кандидат технических наук,  
доцент

И.М. Чукарина



## Оглавление

<b>Тематика практических занятий .....</b>	<b>4</b>
<b>Методика проведения практических занятий. ....</b>	<b>4</b>
Практические занятия № 1.....	4
Практические занятия № 2.....	5
Практические занятия № 3.....	5
Практические занятия № 4.....	6
Практические занятия № 5.....	7
Практические занятия № 6.....	8
Практические занятия № 7.....	9
Практические занятия № 8.....	10
Практические занятия № 9.....	10
Практические занятия № 10.....	11
Практические занятия № 11.....	12
Практические занятия № 12.....	13
Название темы .....	14
<b>Список литературы .....</b>	<b>15</b>

## ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Анализ технологичности конструкции детали.
2. Выбор вида и методы получения заготовки.
3. Исследование наладки технологической системы токарно-револьверного станка методом пробных деталей.
4. Выбор и обоснование методов окончательной обработки. Проектирование планов обработки поверхностей.
5. Исследование наладки технологической системы фрезерного станка по эталону.
6. Обоснование выбора технологических баз.
7. Формирование операций механической обработки.
8. Расчет припусков и режимов резания.
9. Исследование точности и стабильности операции и определение момента подналадки.
10. Исследование затрат времени на операцию методом хронометражных наблюдений.
11. Оформление маршрутного и технологического ТП на технологических картах.
12. Разработка ТЗ на проектирование технологического оснащения.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

### Практические занятия № 1.

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали магистранты проводят оценку технологичности конструкции детали, используя справочную литературу, учебное пособие и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант представил полную оценку технологичности и сделал вывод о том, что данная деталь является технологичной или нетехнологичной.

### Используемая литература:

1. Безжон В.И., Попов М.Е., Попов А.М. Технологич-

ность конструкций машин. Учебное пособие. Изд. Центр ДГТУ, Ростов-н/Д, 2009.

2. Безжон В.И., Бабичев А.П. Технологичность конструкций изделий машиностроения. Учебное пособие. Изд. Центр ДГТУ, Ростов-н/Д, 2014.

3. Безжон В.И., Хведелидзе А.Г. Анализ и оценка технологичности конструкции изделий машиностроительного производства. Методические указания по проведению практических занятий. Издательский центр ДГТУ, г. Ростов н/Д. 2008.

## Практические занятия № 2.

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали магистранты производят расчет для сравнения вида и метода получения заготовки, используя справочную литературу, учебные пособия и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавариате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант представил вид и метод получения заготовки.

### Используемая литература:

1. Тamarкин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тamarкин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Попов М.Е. Методические указания «Экономическое обоснование выбора заготовок при проектировании технологических процессов механической обработки». Изд. Центр ДГТУ. 2001.

## Практические занятия № 3.

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное зада-

ние. По чертежу детали магистранты находят размер  $A$  и допуск обрабатываемой детали  $TA$ ., измеряют 10 мгновенных выборок и в соответствии с методическим руководством определяют средне-квадратическое отклонение и поле рассеяния. Рассчитывают настроечный размер, выполняют наладку на заданный размер. Обрабатывают группу пробных деталей до тех пор, пока групповой средний размер не станет фактическим настроечным размером, Магистры выполняют работу используя справочную литературу, учебные пособия и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант рассчитал фактическую погрешность выполненной наладки.

#### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Практические занятия № 4.**

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали магистранты составляют план обработки поверхностей.

Заданные точность и качество типовых поверхностей, размеры, масса и форма детали дают возможность определить необходимые методы окончательной обработки этих поверхностей, что предопределяет выбор средств технологического оснащения (СТО). Каждому методу окончательной обработки предшествуют промежуточные методы и соответствующие СТО. Для удобства

данную работу рекомендуется выполнять в виде таблицы, где первые пять колонок данные чертежа детали. Этапы обработки (последующие колонки) назначаются на основании данных таблиц этапов обработки поверхностей в зависимости от вида и точности исходной заготовки. Магистры выполняют работу, используя справочную литературу, учебные пособия и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант представил план обработки поверхностей.

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

## **Практические занятия № 5.**

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали магистранты находят размер  $A$  и допуск обрабатываемой детали  $TA$ ., измеряют 10 мгновенных выборок и в соответствии с методическим руководством определяют среднеквадратическое отклонение и поле рассеяния. Рассчитывают настроечный размер, принимают размер эталона равным настроечному размеру. Производят наладку системы по эталонной детали, обрабатывают группу деталей в количестве 6 штук, рассчитывают средний размер, который фактически является настроечным. Магистры рассчитывают фактическую погрешность наладки. Магистры выполняют работу используя справочную литературу, учебные пособия и методические указания, предложенные преподавателем.

давателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант рассчитал фактическую погрешность выполненной наладки.

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

## **Практические занятия № 6.**

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей». Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали магистранты выбирают технологические базы.

Выбор технологических баз — это ответственный этап проектирования технологического процесса обработки резанием. Выбор баз связан с построением маршрута обработки заготовки. При выборе баз нужно представлять общий (укрупненный) план обработки заготовки, который на последующих этапах подвергается дальнейшей детализации и уточнению. Исходными данными при выборе баз являются рабочий чертеж детали, чертеж заготовки, технические условия на изготовление детали и заготовки.

Магистры выполняют работу используя справочную литературу, учебные пособия и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант обосновал выбор технологических баз для своей детали.

#### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Практические занятия № 7.**

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали и исходным данным выбирают последовательность операций механической обработки. Магистранты формируют последовательность обработки детали, используя справочную литературу, учебное пособие и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавриате.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант выполнил все пункты задания.

#### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические

указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Практические занятия № 8.**

На каждое практическое занятие преподаватель приносит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали и исходным данным ведут расчет припусков и режимов резания. В результате расчета припусков на механическую обработку уточняются размер заготовки, промежуточные размеры заготовки на чистовых и тонких операциях обработки. Эта информация используется при расчете режимов резания и норм времени на обработку. При осуществлении технологических расчетов выбору режимов резания уделяется большое внимание. Режимные параметры обработки должны обеспечить наибольшую производительность труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удастся выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант выполнил все пункты задания.

#### **Используемая литература:**

1. Тмаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тмаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Практические занятия № 9.**

На каждое практическое занятие преподаватель прино-

сит чертежи деталей. Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали и исходным данным исследуют точность и стабильность операции и определение момента подналадки. Подналадка – дополнительная регулировка технологического оборудования для восстановления достигнутых при наладке значений параметров (восстановление требуемого положения режущей кромки инструмента относительно системы координат станка).

Самым сложным является определение момента подналадки. При изготовлении деталей в больших количествах, периодически берут выборку, состоящую из нескольких деталей. Определяют групповой средний  $\text{Agr.ср}$  и отображают  $\text{Agr.ср}$  на точечной диаграмме. Магистранты определяют момент подналадки, используя справочную литературу, учебное пособие и методические указания, предложенные преподавателем, а также имеющиеся знания, полученные в бакалавариате. Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант выполнил все пункты задания.

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Практические занятия № 10.**

Магистранты получают индивидуальное задание. По исходным данным исследуют затраты рабочего методом хронометражных наблюдений. Изучение затрат рабочего времени и времени использования оборудования осуществляют непосредственно на каждом рабочем месте посредством наблюдений (аналитическим исследовательским методом) с целью:

- выявления структуры затрат рабочего времени, устранения потерь и его непроизводительных затрат путем более полного использования возможностей оборудования, технологии, организации труда и производства;
- оценки применяемых приемов и методов труда;
- определения оптимального варианта содержания и последовательности выполнения отдельных элементов операций;
- расчета норм и нормативов;
- установления причин невыполнения или значительного перевыполнения норм.

Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант выполнил все пункты задания.

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

## **Практические занятия № 11.**

Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали и исходным данным составляют маршрутный и операционный технологический процесс на технологических картах. Маршрутная карта является одним из основных документов, в котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций. Формы МК, установленные ГОСТ 3.1118–82, являются унифицированными и их следует применять независимо от типа производства и степени детализации описания ТП.

По степени детализации и полноте информации применяют три вида описания ТП, которые предусматривают различные

изложение содержания операций и комплектность документации.

При маршрутном описании ТП содержание операций излагается только в маршрутной карте без указания переходов (допускается включать режимы обработки, т.е. строку со служебным символом "Р"). Применяется в опытном и мелкосерийном типах производства, которые характеризуются применением в основном универсальных средств техоснащения и рабочих высокой квалификации, что позволяет пользоваться упрощенной документацией.

При операционном описании ТП маршрутная карта содержит только наименование всех операций в технологической последовательности, включая контроль и перемещение, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты. Для описания операций в этом случае применяют операционные карты. Применяется в серийном и массовом типах производства. Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант выполнил все пункты задания.

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

## **Практические занятия № 12.**

Магистранты получают индивидуальное задание. По чертежу детали и исходным данным составляют ТЗ на проектирование технологического оснащения. Разработка технического задания является очень важным и ответственным процессом. Ошибки, допущенные на этом этапе разработки, могут привести к очень тяжелым последствиям.

Техническое задание определяет основные направления разработки – конструкцию и принцип действия будущего изделия (устройства, системы).

Техническое задание является начальным этапом работ и составляется на все разработки и виды работ, необходимые для создания нового изделия. Магистранты самостоятельно выполняют практическое занятие, консультируясь по ходу выполнения работы с преподавателем.

Задание считается выполненным, если магистрант разработал техническое задание на проектирование технологического оснащения

### **Используемая литература:**

1. Тамаркин М.А., Азарова А.И. Методические указания к дипломному и курсовому проекту «Особенности проектирования ТП механической обработки деталей при использовании новейшего оборудования и современных инструментальных материалов» (на токарных станках). ДГТУ, 2006.

2. М.А. Тамаркин Г.А. Прокопец Т.Н. Рысева и др. Методическое руководство по проектированию маршрутных технологических процессов механической обработки. Изд. Центр ДГТУ. 2001.

3. Лебедев В.А., Акопьян С.А., Прокопец Г.А. Методические указания по разработке технического задания на проектирование технологических процессов и средств технического оснащения. Изд. Центр ДГТУ. 2008.

### **Название темы**

Для выполнения работ будем использовать экспериментальную плату Системы управления температурой, скоростью и освещенностью SO4201-5V.

### **Название подтемы, если есть**

ПИД контроллер состоит из аналоговых вычислительных схем (взаимосвязанных операционных усилителей) с потенциометрами и тумблерами для конфигурации и установки параметров. Поскольку управляющие элементы для P, I и D компонент могут включаться и выключаться в отдельности, то возможны любые комбинации P/I/D.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курс UniTrain-I "Автоматическое управление температурой, скоростью и светом", [www.unitrain-i.com](http://www.unitrain-i.com).
2. В.А. Бесекерский, Е.П. Попов «Теория автоматического управления», СПб, Изд-во «Профессия», 2003.-752с.
3. Л.Д. Певзнер «Практикум по теории автоматического управления»: Учеб. пособие-М.: Высш. шк., 2006.-590с.
4. Современные системы управления/ Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002.-832 с.:ил.