

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**А. Г. Кисель**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,  
обучающихся в бакалавриате по направлениям подготовки  
15.03.01 Машиностроение

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2024

УДК 67.05

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания  
ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Кисель, А. Г.

Технологическое оборудование и оснастка: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.01 Машиностроение / А. Г. Кисель – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 36 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля студентов по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Табл. 2, список лит. – 4 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 мая 2024 г., протокол № 5

УДК 67.05

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2024 г.  
© Кисель А. Г., 2024 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	31
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	33
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	35

## ВВЕДЕНИЕ

Для осуществления практически любого технологического процесса в машиностроительном производстве необходимо применение совокупности орудий производства, называемых средствами технологического оснащения. Составными частями этих средств являются технологическое оборудование и технологическая оснастка.

Технологическим оборудованием называют средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, а также средства воздействия на них. Примером технологического оборудования являются литейные машины, прессы, металлорежущие станки, печи, гальванические ванны, испытательные стенды и т. д.

Средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса, называют технологической оснасткой, под которой понимают комплекс приспособлений, обрабатывающих, измерительных и вспомогательных инструментов.

Приспособления механосборочного производства составляют основную группу технологической оснастки. Приспособлениями в машиностроении называют вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки, контроля и перемещения. В машиностроительном производстве станочные приспособления, применяемые для установки, закрепления, открепления и снятия заготовок при механообработке, составляют наиболее значительную долю (в зависимости от специфики производства – 50–90 %) технологической оснастки.

Поскольку то или иное станочное приспособление является составной частью соответствующей технологической системы, то задачи, решаемые путем применения этого приспособления, вытекают из задач, решаемых данной технологической системой в целом. Требования к приспособлению формируются на основе анализа его взаимодействия с другими элементами технологической системы, а также исходя из соображений производственного, технологического и экономического характера.

К главным задачам, решаемым в машиностроительном производстве с помощью технологических систем, относятся задачи изготовления деталей заданного качества при наибольшей производительности и наименьшей себестоимости. На способствование решению этих задач и направлено применение приспособлений. Применение приспособлений позволяет устранить разметку заготовок перед обработкой, облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность, расширить технологические возможности

оборудования, организовать многостаночное обслуживание, применить технически обоснованные нормы времени, сократить число рабочих, необходимых для выпуска продукции, повысить гибкость производства.

Целью освоения дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» является формирование знаний по технологическому оборудованию машиностроительных производств и технологической оснастке к данному оборудованию для рационального, технически и экономически обоснованного выбора оборудования и оснастки для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- конструктивные особенности и технологические возможности основных типов металлорежущих станков для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий;

- правила и методики рационального выбора и проектирования приспособлений для типовых представителей металлообрабатывающего оборудования в соответствии с поставленными технологическими задачами;

- методики расчета и проектирования процессов автоматизированного изготовления машиностроительных изделий;

уметь:

- анализировать условия работы технологического оборудования и оснастки для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий;

- выбирать наиболее рациональные типы металлорежущих станков для производства машиностроительных изделий;

- проектировать приспособления и вспомогательную оснастку, применяемую при эксплуатации и ремонте технологического оборудования механосборочного производства. с использованием современных информационных технологий;

владеть:

- навыками определения необходимых кинематических параметров при настройке станков для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий;

- навыками выполнения и чтения чертежей и эскизов деталей, узлов, сборочных единиц оборудования и приспособлений для автоматизированного изготовления машиностроительных изделий;

- навыками эксплуатации и ремонта технологического оборудования механосборочного производства.

При реализации дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» организуется практическая подготовка путем проведения

лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка», студент должен активно работать на лекционных и лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания и задания к лабораторным работам. Тестирование и решение практических задач обучающихся проводится на лабораторных занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых заданий и заданий к лабораторным работам представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания для лабораторных работ.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачёта (6 семестр), относятся:

- задания для контрольной работы (заочная форма обучения);
- контрольные вопросы по дисциплине.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена (7 семестр), относятся:

- экзаменационные вопросы по дисциплине.

К экзамену допускаются студенты, положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины.

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

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для организации самостоятельной работы студентов.



# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Технологическое оборудование и оснастка», студент должен научиться работать на лекциях, лабораторных занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции, с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области технологического оборудования и оснастки, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Методы образования поверхностей
2	Параметры движений
3	Кинематические связи в станках
4	Зубообрабатывающие станки
5	Зубофрезерные станки
6	Нарезание червячных колес на зубофрезерном станке
7	Приводы главного движения
8	Расчет коробок скоростей
9	Разделенный привод главного движения
10	Способы переключения групповых передач в коробках скоростей
11	Компоновки коробок скоростей
12	Направляющие станков
13	Шпиндельные узлы и их опоры
14	Зубострогальные станки для обработки конических колес с прямым зубом
15	Назначение и классификация приспособлений механосборочного производства
16	Основные положения теории базирования в машиностроении
17	Установочные элементы приспособлений

Номер темы	Содержание лекционного занятия
18	Зажимные элементы приспособлений
19	Установочно-зажимные механизмы станочных приспособлений
20	Силовые приводы приспособлений
21	Элементы приспособления для определения положения и направления обрабатывающих инструментов. Корпуса приспособлений
22	Методические основы проектирования специальных приспособлений

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

## **Тема 1. Методы образования поверхностей**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Образование производящих линий.
2. Движения в металлорежущих станках.

*Ключевые понятия:* геометрические производящие линии, образующая линия, направляющая линия, метод копирования, метод обката, метод следа, метод касания.

*Литература:* [1, с. 12–17].

### *Методические рекомендации*

При рассмотрении детали любой формы можно выделить отдельные поверхности, каждая из которых может быть получена как след движения одной линии (образующей) по другой линии, которую называют направляющей. Обычно эти линии называют геометрическими производящими линиями. Образующая и направляющая производящие линии могут меняться местами.

Геометрические производящие линии на металлорежущих станках могут быть образованы материальными точками или линиями режущей кромки инструмента при согласованном движении заготовки и инструмента. Такие движения называют движениями формообразования и обозначают буквой Ф. Эти движения могут быть простыми и сложными. К простым движениям относят вращательное, обозначаемое Ф(В) и поступательное или

прямолинейное  $\Phi(\Pi)$ .

Сложные формообразующие движения – это движения, образующиеся из двух или более простых движений, которые в своем сочетании обеспечивают необходимую траекторию, например,  $\Phi(V_1\Pi_2)$ .

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое геометрические производящие линии?
2. Чем образуются производящие линии?
3. Что такое движение формообразования?
4. Чем отличаются простые и сложные движения формообразования?
5. Какие методы могут образовывать геометрические производящие линии?
6. Привести примеры обработки методом копирования.
7. Привести примеры обработки методом обката.
8. Привести примеры обработки методом следа.
9. Какие две группы движений существуют в металлорежущих станках?
10. Что такое главное движение? Примеры.
11. Что такое подача в станках? Размерность подачи у различных станков.

## **Тема 2. Параметры движений**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Траектория движения.
2. Протяженность траектории.
3. Направление движения.

*Ключевые понятия:* движение, траектория, исходное положение, путь, протяженность.

*Литература:* [1, с. 18–22].

#### *Методические рекомендации*

Механические движения происходят в пространстве и во времени. При рассмотрении каждого из движений необходимо определить или выделить определенные параметры: точка, траектория, протяженность траектории, исходное положение, скорость движения, направление движения, момент начала движения.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Каковы параметры движений в станках могут быть?
2. Что такое исходная точка?

3. От чего зависит скорость главного движения в токарных станках?
4. Что подразумевается под моментом начала движения?
5. Привести пример сложного движения.
6. Какие движения нужны при нарезании резцом однозаходной резьбы?
7. Какие движения нужны при нарезании резцом многозаходной резьбы?

### **Тема 3. Кинематические связи в станках**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Структурная схема станка.
2. Внешняя кинематическая связь.
3. Внутренняя кинематическая связь.

*Ключевые понятия:* структурная схема, станок, кинематическая связь, шпиндель, электродвигатель.

*Литература:* [1, с. 23–25].

#### *Методические рекомендации*

Кинематическая схема станка содержит весь набор валов, кинематических пар с указанием их характеристик – это числа зубьев зубчатых колес, диаметры шкивов, шаги резьб винтовых пар. Эти характеристики дают возможность производить расчеты при настройке кинематических цепей.

Однако для полного понимания взаимосвязи отдельных узлов станка и формообразующих движений часто составляют структурную схему, где более наглядно можно проследить кинематические связи.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем отличие структурной схемы станка от кинематической схемы?
2. Назначение звеньев настройки и их обозначение на структурных схемах.
3. Назначение звеньев реверса и их обозначение на структурных схемах.
4. Что такое внешняя кинематическая связь?
5. Что такое внутренняя кинематическая связь?
6. Назвать примеры внешних и внутренних кинематических связей в различных станках.
7. Что такое конечные звенья в кинематических цепях (в кинематических связях)?

## Тема 4. Зубообрабатывающие станки

### *Ключевые вопросы темы*

1. Зубодолбежные станки.
2. Кинематическая настройка станков.
3. Цепь главного движения.
4. Цепь обката (деления).
5. Цепь круговой подачи.
6. Цепь радиального врезания.

*Ключевые понятия:* зубообработка, фреза, долбяк, главное движение, подача, врезание, обкат, расчетные перемещения, уравнение кинематического баланса.

*Литература:* [1, с. 26–38].

### *Методические рекомендации*

Нарезание зубчатых колес производят методом копирования или методом обката. В первом случае профиль режущего инструмента – дисковой или концевой фрезы – соответствует профилю впадины зубчатого колеса. Нарезание производят с использованием делительных головок, которые позволяют осуществить поворот заготовки после нарезания каждой впадины. Этот метод используют чаще всего в индивидуальном производстве, так как он не обеспечивает высокой точности зубообработки.

Более точный метод формообразования – это метод обката или огибания, когда в процессе резания воспроизводится зацепление двух зубчатых колес или зубчатой рейки и колеса.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что является главным движением в зубодолбежном станке? Расчетные перемещения.
2. Что такое обкат в зубодолбежном станке? Назначение обката, расчетные перемещения цепи.
3. Что называют круговой подачей? Каковы расчетные перемещения?
4. Что такое радиальное врезание? Какова величина пути и где конечные звенья цепи?
5. Назначение зубодолбежных станков (какие виды зубчатых колес обрабатывают).
6. Структурная схема зубодолбежного станка и необходимые кинематические связи.
7. Для чего нужна кинематическая настройка станков?

8. Что является конечной задачей настройки?
9. Что такое кинематическая цепь?
10. Что такое узел настройки и каким он может быть у различных станков?
11. Что такое кинематическая пара? Примеры числовых характеристик пар.
12. Что такое расчетные перемещения конечных звеньев цепи?
13. Что такое уравнение кинематического баланса?

## **Тема 5. Зубофрезерные станки**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Настройка кинематических цепей зубофрезерного станка 5Е32 (5Д32).
2. Цепь главного движения.
3. Настройка кинематической цепи обката.
4. Настройка кинематической цепи вертикальной подачи.
5. Настройка кинематической цепи дифференциала при нарезании цилиндрических колес с винтовым зубом.

*Ключевые понятия:* червячная фреза, главное движение, движение обката, вертикальная подача, винтовой зуб.

*Литература:* [1, с. 39–54].

### *Методические рекомендации*

Зубофрезерные станки применяют при обработке методом обката (огибания) цилиндрических зубчатых колес наружного зацепления с прямым и винтовым зубом, а также червячных колес. Процесс зубофрезерования считается более производительным и точным по сравнению с зубодолблением. Однако зубофрезерование не является универсальным способом, так как обработка внутренних зубчатых венцов и блоков зубчатых колес зачастую возможна только долблением.

В качестве инструмента используют червячные фрезы как однозаходные, так и двухзаходные. Двухзаходные фрезы применяют обычно при черновой обработке.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Технологические возможности зубофрезерных станков – нарезание каких зубчатых колес возможно?
2. Какие кинематические связи показаны на структурной схеме?
3. Какие виды подач возможны при зубофрезеровании?

4. Каковы конечные звенья цепи обката и расчетные перемещения?
5. Каковы функции механизма дифференциала?
6. Где конечные звенья цепи главного движения? Расчетные перемещения?
7. В чем различие между нарезанием колес с прямым и винтовым зубом?
8. Настройка какой гитары обеспечит дополнительный поворот заготовки?

## **Тема 6. Нарезание червячных колес на зубофрезерном станке**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Метод радиального врезания.
2. Метод тангенциальной подачи.
3. Настройка цепи осевой подачи.
4. Настройка цепи дифференциала.
5. Математическая модель кругового интерполятора по методу оценочной функции.

*Ключевые понятия:* червячная фреза, радиальное врезания, тангенциальная подача, осевая подача, цепь дифференциала.

*Литература:* [1, с. 55–62].

### *Методические рекомендации*

Нарезание червячных колес на зубофрезерных станках производится двумя методами: методом радиальной подачи  $S_p$  и методом тангенциальной или осевой  $S_o$  подачи.

Оба метода имеют свои особенности, но одна особенность нарезания червячных колес является общей. Эта особенность заключается в том, что в качестве режущего инструмента применяют червячную фрезу, как и при нарезании цилиндрических колес, но ее параметры – модуль, число заходов и, самое основное, диаметр – должны соответствовать параметрам червяка, который будет работать в червячной паре нарезаемого колеса.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Почему нарезание червячных колес существенно отличается от нарезания цилиндрических колес?
2. Какие методы нарезания червячных колес существуют?
3. Какие кинематические цепи настраивают при нарезании червячных колес методом радиального врезания?
4. Какие движения нужны при методе радиального врезания?

5. Где конечные звенья цепи радиальной подачи?
6. Какой из методов нарезания червячных колес является более точным и почему?
7. С какой целью необходим дополнительный поворот заготовки при методе тангенциальной подачи?
8. В чем особенность расчетных перемещений при настройке цепи дифференциала при методе тангенциальной (осевой) подачи?

## **Тема 7. Приводы главного движения**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Коробки скоростей металлорежущих станков.
2. Определение основных технических характеристик привода главного движения.
3. Ряд чисел оборотов.
4. Основные правила проектирования коробок передач.

*Ключевые понятия:* главное движение, коробка скоростей, число оборотов, коробка передач, круговой интерполятор.

*Литература:* [1, с. 63–67].

### *Методические рекомендации*

Приводы главного движения станков обеспечивают главное движение, вращательное или прямолинейное, у различных типов станков с единственной целью – достижение требуемой скорости резания. Это движение совершается инструментом или заготовкой. Скорость резания  $V$  зависит от конкретных условий обработки – материала заготовки, материала режущей части инструмента и его стойкости, а также наличия или отсутствия смазочно-охлаждающей жидкости.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. С какой целью настраивают цепь главного движения?
2. Что такое ступенчатый привод главного движения?
3. Что такое диапазон регулирования привода?
4. Чем характерен ряд частот вращения (двойных ходов)?
5. К чему приведет увеличение знаменателя геометрической прогрессии ряда при неизменном диапазоне регулирования?



## Тема 8. Расчет коробок скоростей

### *Ключевые вопросы темы*

1. Графоаналитический метод расчета коробок скоростей.
2. Построение структурной сетки привода.
3. Построение графика чисел оборотов привода.
4. Определение величин передаточных отношений.
5. Определение чисел зубьев в группах передач.
6. Особенности коробок в совмещенными частотами вращения.

*Ключевые понятия:* коробка скоростей, передаточное отношение, электродвигатель, графоаналитический метод, график чисел оборотов, структурная сетка.

*Литература:* [1, с. 68–79].

### *Методические рекомендации*

Проектирование коробок скоростей на начальном этапе связано с определением передаточных отношений в каждой группе передач всего привода, после чего появляется возможность определения числа зубьев зубчатых колес для каждого передаточного отношения (пары колес).

Передаточные отношения в приводе можно определять, как аналитическим, так и графоаналитическим методами.

При изучении дисциплины графоаналитический метод является более наглядным и позволяет быстрее и более творчески определить рациональный вариант решения. Параллельно этот метод даст представление о соответствующем компоновочном варианте.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Какие параметры привода зависят от суммы чисел зубьев в группе передач?
2. Как определяют числа зубьев в группе передач?
3. За счет чего можно обеспечить совмещение частот (двойных ходов) на выходном валу привода и для чего это делают?
4. Как записывают передаточное отношение понижающих и повышающих передач через числа зубьев и знаменатель геометрической прогрессии ряда?
5. В чем особенность разделенного привода?
6. Что такое групповая передача?
7. В чем выражается множительная структура привода?
8. Как прочитать и записать структурную формулу привода?

9. Особенности построения структурной сетки.
10. Что означают подстрочные индексы в структурной формуле?
11. Что можно взять со структурной сетки для дальнейшего проектирования?
12. Особенности построения графиков частот вращения (двойных ходов).
13. Каковы предельные значения передаточных отношений в группах передач и от чего они зависят?
14. Что называют интервалом на графике частот вращения (двойных ходов)?

## **Тема 9. Разделенный привод главного движения**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Коробки скоростей со сложными структурами.
2. Особые множительные структуры.
3. Конструкции коробок скоростей.
4. Шестеренные коробки скоростей в шпиндельной бабке.
5. Коробки скоростей с разделенным приводом.

*Ключевые понятия:* коробка скоростей, множительные структуры, шестеренные коробки скоростей, шпиндельная бабка, разделенный привод.

*Литература:* [1, с. 80–90].

### *Методические рекомендации*

Коробки скоростей при применении разделенного привода главного движения располагаются вне шпиндельной бабки, а это приводит к уменьшению тепловыделения в зоне шпиндельного узла, что положительно сказывается на точности обработки. Кроме того, вибрации в коробке скоростей не передаются шпиндельному узлу, так как передача движения осуществляется гибкой связью (клиноременной передачей).

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем особенность сложных структур привода?
2. В чем отличие структурной формулы для сложных структур?
3. Когда рекомендуется использовать особые множительные структуры?
4. В чем достоинства особых множительных структур с много-скоростными электродвигателями?
5. В чем достоинства разделенного привода?
6. Что такое перебор в разделенном приводе?
7. Особенности построения структурной сетки для разделенного привода.

8. Какая кинематическая цепь дает высшие частоты вращения на шпинделе?

## **Тема 10. Способы переключения групповых передач в коробках скоростей**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Коробки скоростей со сменными колесами.
2. Коробки скоростей с передвижными колесами.
3. Коробка скоростей с кулачковой муфтой.
4. Коробка скоростей с фрикционной муфтой.

*Ключевые понятия:* коробка скоростей, кулачковая муфта, фрикционная муфта, передвижные колеса, сменные колеса.

*Литература:* [1, с. 91–97].

### *Методические рекомендации*

Тот или иной способ переключения определяется необходимой частотой переключения передач, что может зависеть от длительности (продолжительности) рабочего хода, то есть машинного времени работы на одной частоте вращения.

При необходимости частых переключений их желательно производить за короткий промежуток времени и, не останавливая привод, то есть на ходу. Такой способ, например, реализуется у некоторых токарно-револьверных станков, где нужно часто менять скорость резания при токарной обработке, сверлении и развертывании.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Достоинства и недостатки коробок скоростей, встроенных в шпиндельную бабку.
2. Достоинства и недостатки коробок скоростей с разделенным приводом.
3. Каковы способы переключения скоростей в группах передач?
4. Правила конструирования группы передач с передвижными колесами. Габариты группы вдоль оси валов.
5. Варианты использования кулачковых (зубчатых) муфт в коробках скоростей.
6. Достоинства и недостатки коробок скоростей с фрикционными муфтами.
7. Особенности коробок скоростей с фрикционными электромагнитными муфтами. Конструкции муфт.

## **Тема 11. Компоновки коробок скоростей**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Коробка скоростей токарно-винторезного станка.
2. Коробка скоростей вертикально-сверлильного станка.
3. Коробка скоростей радиально-сверлильного станка.
4. Коробка скоростей горизонтально-фрезерного станка.

*Ключевые понятия:* коробка скоростей, токарный станок, фрезерный станок, сверлильный станок.

*Литература:* [1, с. 98–109].

### *Методические рекомендации*

Приводы главного движения, как было показано ранее, у токарных станков могут быть встроены в шпиндельную бабку или коробка скоростей оформлена в виде отдельного узла – у разделенного привода.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Особенности компоновок станков токарной группы.
2. Особенности компоновки коробки скоростей станков 1К62, 16К20 и других.
3. Особенности компоновки коробок скоростей у станков с разделенным приводом.
4. Особенности компоновок сверлильных станков.
5. Особенности компоновок радиально-сверлильных станков и их технологические возможности.
6. Особенности компоновок фрезерных станков и их приводов главного движения.

## **Тема 12. Направляющие станков**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Направляющие скольжения.
2. Направляющие качения.

*Ключевые понятия:* направляющие, скольжение, качение, накладные направляющие.

*Литература:* [1, с. 110–119].

### *Методические рекомендации*

Направляющие станков служат для возможности обеспечения прямолинейного или вращательного (кругового) движения по станине станка его подвижных узлов, которыми могут быть суппорты, столы, планшайбы, ползуны, револьверные и силовые головки. Точность изготовления направляющих, варианты их конструкций, сопротивляемость износу существенно влияют на точность работы самого станка, а, значит, и на точность обрабатываемой детали.

Направляющие, в основном, существуют двух видов – это направляющие скольжения и направляющие качения.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. В чем служебное назначение направляющих станков?
2. Каковы конструктивные формы направляющих?
3. В чем конструктивные и эксплуатационные особенности направляющих типа «ласточкин хвост»?
4. С какой целью делают сочетание плоских и призматических направляющих?
5. В каких случаях применяют накладные направляющие?
6. Какие способы регулировки направляющих?
7. Какие преимущества и недостатки направляющих качения?
8. Почему длина сепаратора больше длины подвижного узла?
9. Как осуществляется простейший расчет направляющих качения?

## **Тема 13. Шпиндельные узлы и их опоры**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Основные типы концов шпинделей станков.
2. Способы фиксации регулировочных гаек на шпинделях станков.
3. Шпиндельный узел горизонтально-фрезерного станка.
4. Шпиндельный узел широкоуниверсального станка.

*Ключевые понятия:* шпиндельный узел, жесткость, точность движения, виброустойчивость, износостойкость.

*Литература:* [1, с. 120–124].

### *Методические рекомендации*

Шпинделем называется вал, сообщающий главное вращательное движение непосредственно заготовке или инструменту.

Шпиндельный узел является базовым узлом станка, от точности

расположения которого зависит точность обработки.

К шпинделю и шпиндельному узлу предъявляются определенные требования.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение шпинделей и предъявляемые к ним требования.
2. Каковы конструктивные особенности концов шпинделей различных станков?
3. Каковы конструктивные особенности опор шпинделей?
4. Как осуществляют регулировку опор шпинделей?

### **Тема 14. Зубострогальные станки для обработки конических колес с прямым зубом**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Фиктивное число зубьев конического колеса.
2. Число зубьев плоского конического производящего колеса.
3. Структурная схема зубострогального станка для обработки прямозубых конических колес.
4. Зубострогальный станок модели 526 для нарезания конических колес с прямым зубом.
5. Цепь главного движения.
6. Цепи подачи.
7. Цепь качания люльки.
8. Цепь обката.
9. Цепь деления.

*Ключевые понятия:* зубострогание, коническое зубчатое колесо, структурная схема, главное движение, движение подачи.

*Литература:* [1, с. 125–134].

#### *Методические рекомендации*

Конические зубчатые колеса могут иметь различные углы начальных конусов. Половина этого угла  $\angle\varphi$  может в пределе доходить до  $\varphi = 0^\circ$ . В этом случае коническое колесо «превращается» в цилиндрическое колесо.

При угле  $\varphi \rightarrow 90^\circ$  получается плоское коническое колесо с радиально-расположенными зубьями, то есть круговая рейка. С таким плоским коническим колесом могут сопрягаться различные конические колеса с разным числом зубьев  $Z$  и различными углами  $\varphi$ , но только одного и того же модуля.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Каковы основные параметры конических зубчатых колес?
2. Что такое фиктивное число зубьев конического колеса?
3. Что является плоским коническим производящим колесом?
4. Движения в зубострогальных станках и их назначение.
5. Что является главным движением в зубострогальных станках? Каков механизм реализации?
6. Что является обкатом в зубострогальном станке? Какие движения обеспечивают обкат?
7. Почему необходимо качание люльки?
8. Где конечные звенья цепи обката?
9. Каковы функции механизма деления?

## **Тема 15. Назначение и классификация приспособлений механосборочного производства**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Классификация приспособлений по целевому назначению.
2. Классификация приспособлений по степени специализации.
3. Назначение станочных приспособлений.

*Ключевые понятия:* приспособление, механосборочное производство, целевое назначение, степень специализации.

*Литература:* [2, с. 5–14].

### *Методические рекомендации*

По целевому назначению различают следующие группы приспособлений:

1. Станочные приспособления для установки обрабатываемых заготовок на станках.
2. Станочные приспособления для установки рабочих инструментов.
3. Сборочные приспособления.
4. Контрольные приспособления.
5. Транспортно-кантовальные приспособления.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Понятие о средствах технологического оснащения, технологическом оборудовании и технологической оснастке.
2. Классификация приспособлений по целевому назначению.
3. Классификация станочных приспособлений по степени специализации.
4. Основные задачи, решаемые с помощью станочных приспособлений.

5. Назначение сборочных приспособлений.
6. Назначение контрольных приспособлений.

## **Тема 16. Основные положения теории базирования в машиностроении**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Базирование призматической заготовки в приспособлении.
2. Базирование цилиндрического тела.
3. Базирование диска.
4. Схемы базирования.

*Ключевые понятия:* базирование, база, призматическая заготовка, цилиндрическая заготовка, неполное базирование, полное базирование.

*Литература:* [2, с. 15–22].

### *Методические рекомендации*

При создании изделий в машиностроении приходится решать множество различных задач, в том числе решать вопросы ориентации одних объектов (заготовок, деталей, режущих и измерительных инструментов, сборочных единиц, приспособлений и т. д.) относительно других для достижения тех или иных целей.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое базирование, база, комплект баз?
2. Классификация баз по ГОСТ 21495–76.
3. Классификация технологических баз.
4. Скольких степеней свободы лишается заготовка при полном ориентировании?
5. От чего зависит количество лишаемых степеней свободы при ориентировании заготовки?
6. Типовые схемы базирования заготовок.
7. Влияние приспособлений на точность обработки. Погрешности базирования, закрепления, из-за неточности приспособления как составляющие погрешности установки.

## **Тема 17. Установочные элементы приспособлений**

### *Ключевые вопросы темы*

1. Классификация опор.



2. Общие требования, предъявляемые к установочным приспособлениям.
3. Установка заготовок по плоскостям.
4. Установка заготовок по цилиндрической поверхности и перпендикулярной к ее оси плоскости.
5. Установка заготовок по плоскости и двум цилиндрическим отверстиям.
6. Установка заготовок по центровым отверстиям.

*Ключевые понятия:* установочные элементы, опора, плоскость, цилиндрическая поверхность, отверстие.

*Литература:* [2, с. 23–40].

#### *Методические рекомендации*

Придание заготовкам требуемого положения относительно выбранной системы координат, повышение их устойчивости, а также уменьшение их деформаций под действием силовых факторов в реальных условиях осуществляется путем соприкосновения их поверхностей с поверхностями других элементов приспособления, называемых установочными элементами (опорами). Из сказанного видно, что установочные элементы могут выполнять различные функции, поэтому их принято подразделять на основные и вспомогательные опоры.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение установочных элементов и предъявляемые к ним технические требования. Основные и вспомогательные опоры.
2. Виды установочных элементов.
3. Графическое обозначение установочных элементов по ГОСТ 3.1107–81.
4. Установочные элементы при базировании заготовок: 1) по плоскостям; 2) по внешним цилиндрическим поверхностям; 3) по внутренним цилиндрическим поверхностям; 4) по центровым отверстиям и фаскам отверстий; 5) по двум отверстиям и плоскости.
5. Призма: конструктивные особенности, погрешность базирования.
6. Достоинства и недостатки конусных оправок.
7. Примеры конструкций вспомогательных опор.

## **Тема 18. Зажимные элементы приспособлений**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Основные требования, предъявляемые к зажимным элементам.
2. Методика расчета сил зажима.
3. Примеры расчета силы зажима.

#### 4. Классификация зажимных механизмов.

*Ключевые понятия:* зажимные элементы, сила зажима, зажимные механизмы, классификация.

*Литература:* [2, с. 41–62].

##### *Методические рекомендации*

Зажимными называют элементы приспособлений, обеспечивающие в случае необходимости надежный контакт базовых поверхностей заготовки с рабочими поверхностями установочных элементов приспособлений и предотвращающие возможность вибраций заготовки или её смещения относительно данных поверхностей в процессе выполнения технологических операций.

##### *Вопросы для самоконтроля*

1. Зажимные механизмы станочных приспособлений и предъявляемые к ним требования. Правила приложения усилий зажима.
2. Графическое обозначение зажимных элементов по ГОСТ 3.1107–81.
3. Какие силы учитываются при определении усилий закрепления заготовки?
4. Методика расчета сил зажима.
5. Примеры расчета сил зажима.
6. Силовые соотношения в винтовых, клиновых, рычажных зажимных механизмах.

#### **Тема 19. Установочно-зажимные механизмы станочных приспособлений**

##### *Ключевые вопросы темы*

1. Принцип действия установочно-зажимных механизмов.
2. Классификация самоцентрирующих механизмов.
3. Механизмы с упругодеформируемыми элементами.

*Ключевые понятия:* установочно-зажимной механизм, самоцентрирующий механизм, упругодеформируемые элементы.

*Литература:* [2, с. 63–74].

##### *Методические рекомендации*

Установочно-зажимные механизмы выполняют одновременно функции

установочных и зажимных элементов. Поэтому звенья, выполняющие роль установочных элементов в механизме, должны быть подвижными для осуществления зажима, а для выполнения установочных функций закон их относительного движения в конструкции приспособления должен быть задан и реализован с должной точностью. Установочно-зажимные механизмы, определяющие одну плоскость симметрии устанавливаемого объекта, называют ориентирующими, а две взаимно перпендикулярные плоскости симметрии – самоцентрирующими.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основные функции, выполняемые установочно-зажимными механизмами в станочных приспособлениях.
2. Распространенные конструкции самоцентрирующих механизмов, применяемых в станочных приспособлениях.
3. Для чего применяют цанговые зажимы?
4. Как в цанговых зажимах предотвращают перемещение заготовки вдоль оси при ее закреплении?
5. Для чего используют мембранные патроны?
6. Конструктивные особенности самоцентрирующих патронов с гидропластом.

### **Тема 20. Силовые приводы приспособлений**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Назначение силовых приводов.
2. Пневматические, гидравлические, пневмогидравлические и вакуумные приводы.
3. Электромеханические, электромагнитные и магнитные приводы.
4. Центробежно-инерционные приводы и приводы от движущихся частей станка и сил резания.

*Ключевые понятия:* силовой привод, пневмопривод, гидропривод, вакуумный привод, электропривод.

*Литература:* [2, с. 75–91].

#### *Методические рекомендации*

Уровень производства во многом характеризуется степенью замены человека в трудовом процессе искусственно созданными устройствами. Современные технические средства всё в большей мере принимают на себя функции, которые прежде выполнялись человеком. Техника облегчает

трудовые усилия человека, повышает их эффективность. В станочных приспособлениях ручные зажимы всё в большей степени заменяются механизированными и автоматизированными.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основное назначение силовых приводов в приспособлениях.
2. Основные функции, выполняемые силовыми агрегатами приводов приспособлений.
3. Классификация приводов приспособлений по виду преобразуемой энергии.
4. Какое давление сжатого воздуха обычно применяется в пневматических силовых узлах приспособлений?
5. Что используется в пневмо- и гидроцилиндрах одностороннего действия для возвращения поршня в исходное положение?
6. В чем заключается преимущество пневмогидравлических зажимных устройств по сравнению с гидравлическими?
7. Для какой обработки применяются вакуумные зажимные устройства?
8. Для закрепления каких заготовок применяют электромагнитные зажимные устройства?

### **Тема 21. Элементы приспособления для определения положения и направления обрабатываемых инструментов. Корпуса приспособлений**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Классификация элементов приспособлений для определения положения и направления обрабатываемых инструментов.
2. Шаблоны, установы и кондукторные втулки.
3. Копиры.
4. Вспомогательные элементы приспособлений.
5. Корпуса приспособлений.

*Ключевые понятия:* копир, корпус, приспособление, шаблон, кондукторная втулка.

*Литература:* [2, с. 92–110].

#### *Методические рекомендации*

Элементы приспособления для определения положения и направления обрабатываемых инструментов можно разделить на три группы:

- 1) шаблоны, установы;
- 2) кондукторные втулки;

3) копиры.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Назначение и классификация элементов приспособлений для определения положения и направления обрабатываемых инструментов.
2. Для чего используются установочные?
3. Где применяются постоянные, сменные и быстросменные кондукторные втулки?
4. Для каких целей используются копиры?
5. Для чего используются поворотные и делительные устройства?
6. Какие конструкции фиксаторов применяются в приспособлениях?
7. Какие элементы предусматриваются в приспособлении для ориентирования и фиксации его на станке?
8. Какие конструктивные элементы предусматриваются в приспособлении для крепления их на столе станка?

### **Тема 22. Методические основы проектирования специальных приспособлений**

#### *Ключевые вопросы темы*

1. Задачи проектирования специальных приспособлений.
2. Задачи конструктора.
3. Требования к разрабатываемому приспособлению.
4. Последовательность разработки приспособления.
5. Порядок вычерчивания приспособления.

*Ключевые понятия:* специальное приспособление, требования, конструктор, последовательность разработки, вычерчивание.

*Литература:* [2, с. 111–115].

#### *Методические рекомендации*

Основной задачей, решаемой технологом при разработке технологического процесса изготовления детали, является обеспечение ее требуемого качества при наибольшей производительности процесса и наименьшей её себестоимости. Известно, что одним из действенных средств, способствующих решению этой задачи, является разработка и применение станочных приспособлений. При этом потребность в том или ином приспособлении возникает в процессе разработки технологического процесса изготовления конкретной детали. Создание приспособления требует решения как конструктивных, так и технологических вопросов.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Основные задачи, решаемые при разработке технологического процесса изготовления детали.
2. Исходные данные для проектирования станочных приспособлений.
3. Последовательность проектирования станочных приспособлений.
4. Для чего необходима универсализация и нормализация элементов приспособлений?
5. Перспективы развития конструкций станочных приспособлений.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Технологическое оборудование и оснастка» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты отвечают на один вопрос. Варианты вопросов определяется в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен в приложении А.

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см., верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

Структура контрольной работы:

- титульный лист (приложение Б);
- содержание
- текстовая часть;
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.001-2003, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;
- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;
- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;
- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;

– список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедру, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов, П. Е. Оборудование машиностроительных производств: учеб. пособие / П. Е. Попов, Д. А. Блохин, А. Г. Кисель. – Омск: ОмГТУ, 2022. – 44 с. – ISBN 978-5-8149-3433-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/343598> (дата обращения: 13.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Технологическая оснастка: учеб. пособие / В. Г. Мальцев, А. П. Моргунов, Н. С. Морозова, Р. Л. Артюх. – Омск: ОмГТУ, 2019. – 134 с. – ISBN 978-5-8149-2951-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/149158> (дата обращения: 12.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Шестернинов, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования: учеб. пособие / А. В. Шестернинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – 167 с. – ISBN 978-5-9795-1837-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165081> (дата обращения: 13.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Унянин, А. Н. Технологическая оснастка: учеб. пособие / А. Н. Унянин, В. Ф. Гурьянихин, Е. М. Булыжев. – Ульяновск: УлГТУ, 2022. – 173 с. – ISBN 978-5-9795-2192-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/259712> (дата обращения: 12.11.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Вопросы для контрольной работы

1. Понятие структурной схемы станка.
2. Понятие расчетных перемещений в кинематических цепях на примерах нескольких цепей.
3. Понятие уравнений кинематического баланса.
4. Приводы главного движения станков.
5. Приводы подач станков.
6. Множительная структура привода главного движения.
7. Понятие кинематической группы.
8. Ряды чисел оборотов.
9. Структурная сетка привода главного движения.
10. Сложенные структуры привода.
11. Графики чисел оборотов.
12. Правила построения графика чисел оборотов.
13. Определение передаточных отношений в группе передач.
14. Структура разделенного привода.
15. Коробка скоростей с электромагнитными муфтами.
16. Методы подбора чисел зубьев зубчатых колес в группах передач.
17. Особенности построения структурных сеток для сложенных структур привода.
18. Технологические возможности сверлильных станков.
19. Технологические возможности фрезерных станков.
20. Отличия радиально-сверлильных станков от вертикально-сверлильных.
21. Возможности плоскошлифовальных станков.
22. Возможности круглошлифовальных станков.
23. Технологические возможности зубодолбежных станков.
24. Нарезание червячных колес на зубофрезерных станках.
25. Нарезание цилиндрических колес с винтовым зубом.
26. Классификация металлорежущих станков.
27. Станки токарной группы.
28. Сверлильные станки.
29. Станки фрезерной группы.
30. Станки шлифовальной группы.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Контрольная работа  
допущена к защите:  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа  
защищена  
должность (звание), ученая степень  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Контрольная работа № \_\_\_\_\_

по дисциплине  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА»

Шифр студента \_\_\_\_\_  
Вариант № \_\_\_\_\_

Работу выполнил:  
студент гр. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Фамилия И.О.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Локальный электронный методический материал

Антон Геннадьевич Кисель

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА

Редактор С. Кондрашова  
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,6. Печ. л. 2,3.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
236022, Калининград, Советский проспект, 1