

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания**  
к практическим занятиям по дисциплине  
**«Бережливое производство»**  
для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология  
направленность (профиль) Химическая технология неорганических веществ

**Невинномысск 2023**

Методические указания составлены в соответствии с программой по дисциплине «Бережливое производство». В методических указаниях приводятся теоретическое обоснование практических работ, указаны методики их выполнения, требования к оформлению отчета, приведены вопросы для защиты работы и примеры выполнения работ.

В приложении приведены статистические таблицы, необходимые для обработки данных и варианты заданий для выполнения работ.

Настоящие указания разработаны для направления подготовки 18.03.01  
Химическая технология

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры ХТМиАХП и рекомендованы к внутривузовскому изданию.

*Составил старший преподаватель*

*Е.В.Вернигорова*

*Рецензент доцент А.И. Свидченко*

## ОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	
Практическое занятие 1. Современные методы повышения эффективности организации производства .....	6
Практическое занятие 2. Бережливое производство как способ повышения эффективности деятельности .....	10
Практическое занятие 3. Методы диагностики скрытых потерь .....	14
Практическое занятие 4. Инструменты бережливого производства. Система Пять «S». ....	17
Практическое занятие 5. Инструменты бережливого производства. Методика пять вопросов «Почему?» .....	21
Практическое занятие 6. Визуализация(зрительное управление), защита от преднамеренных ошибок.....	25
Практическое занятие 7. Всеобщее обслуживание оборудования.....	29
Практическое занятие 8. Система быстрой переналадки оборудования .....	35
Практическое занятие 9. Формирование «команды процесса» .....	40
Список литературы.....	44

## Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Бережливое производство» ставит своей целью формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

Основные задачи изучения дисциплины "Бережливое производство":

- Знать:
- инструменты бережливого производства;
- методы разработки программы совершенствования производства;
- устройство бережливой компании и ее производственной системы;
- особенности осуществления управления совершенствованием организации.
- особенности инструментов (компонентов) бережливого производства при разных вариантах организации системы.

Уметь:

- разрабатывать нормативные документы программ бережливого производства;
- строить карты потоков создания ценностей;
- применять методы решения производственных проблем организации;
- оптимизировать бизнес-процессы организации.

Владеть:

- методами в области процессного управления, используя современные информационные технологии;
- инструментами и методами внедрения технологий бережливого производства.

- способами сокращения потерь от внедрения технологии бережливого производства.

В условиях постоянного усложнения инженерно-технических программ по разработке новой продукции и роста наукоёмкости создаваемого изделия конкурентоспособными могут только те предприятия, которые ориентированы на работу в условиях стремительно меняющейся экономической ситуации. Такие предприятия должны быстро реагировать на возникающие запросы рынка за счет эффективного управления и владения отлаженными процессами проектирования, производства, поставки и поддержки своего продукта на рынке. Это достигается грамотным применением различных инструментов современного менеджмента и системного подхода.

В настоящее время для повышения эффективности предприятий применяются следующие основные подходы:

- 1) Бережливое производство.
- 2) Шесть сигм.
- 3) Тотальная оптимизация производства.
- 4) Система «20 ключей».
- 5) Теория ограничений.

**Практическое занятие 1.** Современные методы повышения эффективности организации производства

**Цель занятия:**

**Цель:** ознакомление с современными методами повышения эффективности организации производства, получение концептуальных знаний о дисциплине, представление о ситуациях в которых может быть использовано управление компанией на основе бережливого производства.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

**Знать:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

**Уметь:**

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

**Владеть:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться основными терминами и ключевыми понятиями современной организации бережливого производства.
2. Определить положение предприятия во внешней среде.

3. Детализировать понятие бережливого производства как комплексный подход к оптимизации процессов предприятия.
4. Составить графическое изображение трех составляющих бережливого производства.
5. Ознакомиться с основными принципами бережливого производства. Проанализировать их на основе конкретных примеров.
6. Оформить таблицу ключевых понятий бережливого производства.
7. Подготовить в виде отчета по работе комплект материалов «Концепция бережливого производства», включающий в себя: представление предприятия как объекта для совершенствования; графическое изображение положения предприятия во внешней среде, графическое изображение трех составляющих бережливого производства, таблица ключевых понятий бережливого производства с примерами, выводы по выполненной работе, список использованных источников.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Бережливое производство является комплексным подходом, включающим оптимизацию процессов, обеспечение управленческой инфраструктуры и изменение образа мышления и поведения сотрудников. Основными принципами бережливого производства являются принцип «точно вовремя» (just-in-time) с исключением всех видов потерь и принцип автономизации (autonomation), или автоматического процесса преобразований с использованием интеллекта. Третий принцип известен как "дзидока", что означает «встраивание контроля качества» на всех уровнях компании.

#### Принципы бережливого производства

1. Определение ценности продукции (произведенной работы). Ценность определяется исключительно ее конечным потребителем (внешним или внутренним).
2. Разделение потока создания ценности продукта на три категории:

- а) действия, создающие ценность, за которую готов платить потребитель;
  - б) действия, не создающие ценность, но за которые готовы платить акционеры/собственники предприятия;
  - в) действия, не создающие ценности, за которые вынуждены расплачиваться и собственники, и сотрудники предприятия.
3. Организация движения потока создания ценности от производства изделий «партиями» и «очередями» к производству ценности каждого единичного продукта.
  4. Применение технологии «вытягивания продукта» потребителем.
  5. Непрерывное упрощение, совершенствование и обеспечение прозрачности работы всех участников процесса производства.

Вопросы для обсуждения:

1. Бережливое производство как образ мышления.
2. Поведение крупных российских компаний на рынке.
3. Субъективное ощущение потребителя - ценность.
4. Потери – потребление ресурсов без создания ценности.
5. Реинжиниринг и совершенствование – что общего.

Контрольные вопросы:

1. В чем суть бережливого производства?
2. Перечислите основные принципы бережливого производства.
3. Как можно представить субъективное ощущение потребителя?
4. Какие бывают потери при реализации концепции бережливого производства?
5. Что такое время такта? Привести пример.
6. Раскройте понятия радикального и непрерывного улучшения.

**Практическое занятие 2.** Бережливое производство как способ повышения эффективности деятельности

**Цель:** ознакомление с действиями по всей цепочке процесса изготовления продукта (изделий или услуг) при борьбе с потерями в условиях реализации концепции бережливого производства.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться основными требованиями по организации избавления от потерь на производстве и классификацией потерь.
2. Выбрать предприятие для анализа предполагаемых потерь, подготовить схему организации непрерывного потока от идеи до готового изделия.
3. Составить таблицу для анализа взаимосвязей понятий «потери», «непостоянство», «отсутствие гибкости».
4. Составить графическое изображение трех составляющих бережливого производства.
5. Ознакомиться с ключевыми факторами успеха внедрения концепции бережливого производства.
6. Подготовить в виде отчета по работе комплект материалов «Бережливое производство – как способ повышения эффективности производства», включающий в себя: обобщенный анализ предполагаемых потерь предприятия, схема организации непрерывного потока от идеи до готового изделия, детализированная таблица взаимосвязей понятий «потери», «непостоянство», «отсутствие гибкости», рекомендации по внедрению изучаемой концепции, выводы по выполненной работе, список использованных источников.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы. В любой производственной системе, во всех процессах – от закупок материалов, производства продукта до продаж – существуют скрытые потери. И если все современные концепции организации производства говорят больше о

«технократических» способах борьбы с потерями – например, более точном нормировании, отладке технологий, замене оборудования, т.е. отличаются своими акцентами, терминологией и степенью ориентации на те или иные аспекты менеджмента, то набирающая свою популярность концепция «бережливого производства» ставит во главу угла борьбу с потерями всех видов, при применении совершенно иной культуры организации и стиля менеджмента как среди высших, так и среди первичных уровней управления. Все действия, которые составляют поток создания ценности, почти всегда можно разделить на три категории: действия, создающие ценность, как, например, сборочные операции на этапе изготовления готового изделия; действия, не создающие ценность, но неизбежные в силу ряда причин, например технологических, такие, как подготовка технического обоснования для заключения договора или проверка качества установки оборудования (пустышка первого рода); действия, не создающие ценность, которые необходимо стремиться исключить из процесса, например, сбор ненужных справок и документов, по которым не принимаются решения (пустышка второго рода). ERP система в управлении ресурсами предприятия Термин ERP на языке современного менеджмента содержит в себе следующий смысл: «Финансово-ориентированная информационная система для определения и планирования ресурсов всего предприятия, необходимых для того, чтобы принять, сделать, отгрузить и отразить в учете заказы клиентов». Системы ERP предназначены для управления финансовой и хозяйственной деятельностью предприятия. Это «верхний уровень» в иерархии систем управления предприятием, затрагивающий ключевые аспекты его производственной и коммерческой деятельности, такие, как производство, планирование, финансы и бухгалтерия, материально-техническое снабжение и управление кадрами, сбыт, управление запасами, ведение заказов на изготовление продукции и предоставление услуг. Такие системы создаются для предоставления руководству информации для принятия управленческих решений, а также для создания

инфраструктуры электронного обмена данными предприятия с поставщиками и потребителями. Главная задача ERP - систем – достичь конкурентоспособных качеств за счет оптимизации деловых процессов предприятия и понижения уровня издержек. Применение ERP - системы позволяет использовать одну интегрированную программу вместо нескольких разрозненных. Единая система может управлять обработкой, логистикой, дистрибуцией, запасами, доставкой, выставлением счетов-фактур и бухгалтерским учётом.

Вопросы для обсуждения:

1. Технократические способы борьбы с потерями.
2. Осознание возможностей избавления от скрытых потерь.
3. Классические примеры потерь.
4. Система ценностной ориентации сотрудников и их

взаимоотношения как основной способ организации потока.

Контрольные вопросы:

1. Какая связь между бережливым производством, ценностями и затратами?
2. Перечислите виды потерь.
3. Сформулируйте принципы организации потока с учетом культуры управления.
4. Каким образом связаны понятия: потери, отсутствие гибкости и непостоянство?
5. В чем состоит суть системы повышения производительности предприятия «20 ключей»? Основные показатели химико-технологического процесса.

### **Практическое занятие 3. Методы диагностики скрытых потерь**

Цель: Ознакомление с методами диагностики скрытых потерь – построение карты потока создания ценности.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с основными понятиями потока в контексте бережливого производства.
2. Определить причины, по которым необходимо построить карту потока создания ценности.
3. Проанализировать рекомендации по составлению карт.
4. Составить карту потока простейшего предприятия опираясь на аналог.
5. Подготовить отчет по работе «Построение фрагмента карты потока создания ценности», включающий в себя разделы: описание функций составных частей карты потока, графическое представление, выводы, список использованных источников.

Краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения работы

Понятие «поток создания ценности» - это все действия (как добавляющие, так и не добавляющие ценность), нужные, чтобы провести весь продукт через следующие потоки операций: 1) производственный поток – от сырья до готовой продукции (или от входных ресурсов к готовому продукту/услуге); 2) поток проекта – от концепции до выпуска первого изделия.

Производственный поток начинается от запросов потребителя и идет назад, к сырью, - именно этот поток мы обычно рассматриваем, когда говорим о бережливом производстве. Такой взгляд на поток создания ценности означает, что мы смотрим на картину в целом, а не только на отдельные процессы и занимаемся совершенствованием целого, а не оптимизацией отдельных частей.

Построение карты потока создания ценности – это инструмент, который с помощью карандаша и бумаги помогает увидеть и понять материальные и информационные потоки в производственном процессе.

Построение карты текущего состояния начинается с анализа производственной ситуации. На примере завода «Ш » построена карта потока ценностей «от двери до двери». На карту нанесены названия обобщенных процессов, например, «сборка» или «сварка», не указывая каждый шаг процесса. Уровень детализации зависит от того, какой горизонт производства вы собираетесь охватить.

Вопросы для обсуждения:

1. Скрытые потери и их диагностика.
2. Иллюстрация потока на карте ценностей.
3. Информационные и материальные потоки.
4. Карта потока создания ценности как инструмент.

Контрольные вопросы:

1. В чем состоит суть совершенствования целого?
2. Перечислите основные причины построения карты потока создания ценности.
3. Какие Вам известны способы визуализация потока создания ценности?
4. Каков порядок построения карты?
5. Какой из пунктов рекомендаций по построению карт Вам кажется наиболее ценным?

**Практическое занятие 4. Инструменты бережливого производства. Система Пять «S».**

**Цель:** знакомство с методами реализации концепции бережливого производства, формирование общего представления о содержании методов, условиях их применения. Система Пять «S».

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы

математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить философию и сферы деятельности Кайдзен.
2. Подготовить таблицу «ключевая концепция подхода кайдзен», определить тип принципа и дать краткую характеристику.
3. Ознакомиться с системой рационализации рабочего места. Изобразить графически движение 5S и методику внедрения.
4. Освоенный материал изложить в отчете «Инструменты бережливого производства» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения, предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

Теоретическая часть.

Кайдзен (непрерывное улучшение). В японском языке слово «кайдзен» » (от «кай» — «изменение» и «зен» (цен) — «хорошо») означает непрерывное совершенствование. Кайдзен трудно отнести к методам организации производства. Он скорее представляет собой японскую философию, исходящую из того, что все, окружающее нас, должно постоянно и непрерывно улучшаться. И в первую очередь - это производственная среда и производственные процессы, разработки, вспомогательные бизнеспроцессы и управление.

Впервые философия кайдзен была применена в ряде японских компаний (включая Toyota) в период восстановления после Второй мировой войны, и с тех пор распространилась по всему миру. Термин «кайдзен» стал широко известен благодаря одноимённой книге Масааки Имаи (1986, *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*). Кайдзен может охватывать следующие сферы деятельности: обеспечение необходимого качества (в соответствии с постоянно обновляемыми стандартами); снижение затрат; выполнение производственных заданий минимальными усилиями; соблюдение дисциплины выпуска по количеству, ритмичности и качеству; безопасность на рабочем месте; разработка новой продукции, инновационных проектов с учетом существующего опыта, проблем и недостатков; выявление резервов повышения производительности; управление поставщиками/контрагентами.

Пять «S».

«Пять «S» представляет собой систему рационализации рабочего места. Была разработана в послевоенной Японии в компании Toyota. Данная концепция опирается на философию малозатратного, бережливого производства. Название метода, а правильнее было бы назвать его движением 5S, происходит от пяти японских слов, которые начинаются с буквы S: 1. Сэири «сортировка» (упорядочи, отделив нужное от ненужного)—чёткое разделение вещей на нужные и ненужные и избавление от последних: незавершенное производство (ненужные детали); неиспользуемое оборудование, транспортная тара и т.д.; забракованные изделия; документы, инструкции, чертежи.

2. Сэитон «соблюдение порядка» (аккуратно расположи, что осталось) —организация хранения необходимых вещей, которая позволяет быстро и просто их найти и использовать. Расположение предметов должно отвечать требованиям безопасности, качества, эффективности работы.

3. Сэисо «содержание в чистоте» (уборка) – соблюдение рабочего места в чистоте и опрятности.

4. Сэйкэцу «стандартизация» (поддержание порядка, дисциплина) – необходимое условие для выполнения первых трёх правил. Подразумевает формальное, письменное закрепления правил содержания рабочего места, технологии работы и других процедур.

5. Сицукэ «совершенствование» (формирование привычки) – воспитание привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций.

Цели системы 5S:

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
- создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
- повышение производительности труда.

Вопросы для обсуждения:

1. Зарубежные предприятия и методы бережливого производства.

2. Инструменты бережливого производства, возможности, ограничения в использовании.

3. Методическое сопровождение идеологии любого из методов.

4. Инструменты преобразований – что известно?

Контрольные вопросы:

1. Какой спектр задач решает философия «кайдзен»?

2. В чем заключается сущность и цели системы 5S?

3. Определите основную методологическую сложность внедрения систему рационализации рабочего места «пять S» .

**Практическое занятие 5.** Инструменты бережливого производства.

Методика пять вопросов «Почему?»

**Цель:** знакомство с методами реализации концепции бережливого производства, формирование общего представления о содержании методов, условиях их применения. Методика пять вопросов «Почему?»

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить аннотацию методологии пять вопросов «Почему?»: цель, метод, принципы.

2. Изучить: метод структурного анализа: графически изобразить процесс принятия решения; подходы составления матрицы приоритизации.

3. Определите инструменты преобразований предприятий.

Изложите условия применения.

4. Освоенный материал изложить в отчете «Инструменты бережливого производства» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения, предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

Теоретическая часть.

Методика пять вопросов «Почему?» (5W – 5Why?).

Методика используется для выявления основной причины проблемы и заключается в том, чтобы многократно задавать вопросы «Почему появляется эта проблема?» при анализе проблемной ситуации. Для того чтобы установить основную причину проблемы, обычно хватает пяти

вопросов. Для получения полной и точной информации необходимо правильно формулировать вопросы.

Порядок применения метода 5 почему следующий:

1. Формулируется несоответствие или проблема, для которой необходимо найти решение. Проблема может быть записана на листе бумаги или карточке. Документирование позволяет рабочей группе прийти к единому мнению как сформулировать несоответствие и тем самым сконцентрироваться на нем.

2. Задается вопрос «Почему это несоответствие возникло?» или «Почему это произошло?». Определяются варианты ответов на поставленный вопрос. Ответов может быть несколько. Все они записываются под, либо сбоку от проблемы. Ответы необходимо формулировать кратко. Для поиска ответов может применяться метод мозгового штурма. Чтобы структурировать поиск решений по методу пять почему можно предварительно определить основные подобласти, которые приводят к возникновению несоответствия.

3. Если причины, выявленные на шаге 2, могут быть детализированы далее, то по каждой из выявленных причин опять задается вопрос «Почему это произошло?». Ответы на этот вопрос записываются на третьем уровне детализации.

4. Проводится проверка возможности дальнейшей детализации причин. Если детализация возможна, то цикл постановки вопроса повторяется. Как правило, чтобы детализировать причины до самого нижнего уровня достаточно 5-ти повторений цикла.

5. После того как анализ будет завершен, и дальнейшая детализация причин станет невозможна, проводится пересмотр всех выявленных причин и определяются ключевые причины. В ходе пересмотра диаграммы некоторые из

причин могут перемещаться с уровня на уровень или дублироваться в различных ветках дерева причин.

Рассмотрим пример применения данной методики.

Вопрос 1. Проблема: почему на полу машинное масло?

Ответ. Причина: потому что масло вытекло через шток цилиндра.

Вопрос 2. Проблема: почему случилась протечка?

Ответ. Причина: потому что уплотнительное кольцо пришло в негодность.

Вопрос 3. Проблема: почему уплотнительное кольцо пришло в негодность?

Ответ. Причина: потому что шток поврежден.

Вопрос 4. Проблема: почему шток поврежден?

Ответ. Причина: потому что грязь, попавшая в масло, разъедает поверхность штока.

Вопрос 5. Проблема: почему грязь попадает в масло?

Ответ. Причина: потому что крышка масляного бака не закрывается герметично.

К методике пять вопросов «Почему?» часто добавляют вопрос «Как?» (How?). Вопрос «Как решить проблему?» требует конкретного предложения для устранения основной причины. При выполнении шага 1 используют методику «красных ярлыков» —отмечают на технологическом оборудовании проблемные места ярлычками (стикерами, ленточками) красного цвета, которые снимают после устранения конкретной неполадки.

Вопросы для обсуждения:

1. Понятие и сущность метода «пять почему»
2. Основные методы, используемые для выполнения анализа с помощью «пяти почему»
3. Недостатки метода

4. Понятие и сущность метода «пять шагов» 5. Цели, философия и внедрение метода «пять шагов» Контрольные вопросы:

1. В чем преимущества и недостатки метода «пять почему»?
2. Какие способы внедрения метода вы знаете?
3. Дайте сравнительную характеристику методам «пять почему» и «пять шагов»?

**Практическое занятие 6.** Визуализация(зрительное управление), защита от преднамеренных ошибок.

Цель занятия: изучить принципы визуализации, защиты от преднамеренных ошибок; на основе изученной экономической литературы закрепить навык визуализации (зрительного управления), защиты от преднамеренных ошибок

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить аннотацию методологии системы бездефектного изготовления продукции.

2. Изучить: метод структурного анализа: графически изобразить причинно-следственную диаграмму (диаграмма Исикавы).

3. Определите инструменты преобразований предприятий.

Изложите условия применения.

4. Освоенный материал изложить в отчете «Визуализация, защита от преднамеренных ошибок» с подробным анализом возможностей каждого метода, используемых методологических технологий его применения,

предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

Теоретическая часть.

В рамках бережливого производства данные требования выполняются с помощью системы бездефектного изготовления продукции (ZQC – Zeroquality control) – управление качеством, ориентированное на достижение нуля дефектов. «Ноль дефектов» означает нулевой уровень дефектности, т.е. выпуск продукции без брака. Метод пока-ёкэ, разработанный С. Синго, позволяет предотвращать появление дефектов, в то время как статистические методы способны лишь распознавать их и измерять, он является основой бездефектного изготовления продукции. Для всех вышеперечисленных причин возникновения дефектов, за исключением последней, могут быть применены корректирующие и предупреждающие действия. Предотвратить же ошибки операторов достаточно трудно. Цель пока-ёкэ – найти способы защиты от непреднамеренных ошибок. При оценке качества при изготовлении изделий широко используются статистические методы, так называемые «Семь простых инструментов качества»:

- 1) *контрольные листки* – предназначены для сбора данных. В них заносится информация о контролируемом параметре или дефектах изделия, или о причинах дефектов и т. д. Контрольные листки могут применяться как при контроле по качественным, так и при контроле по количественным признакам;
- 2) *гистограммы* – столбиковые диаграммы, показывающие количественную оценку частоты попадания зарегистрированных событий в установленные интервалы. По виду гистограммы можно анализировать форму и параметры распределения, однородность зарегистрированных данных. Гистограммы используются для представления структуры и характера из-

менчивости данных, которые трудно заметить при их табличном представлении;

3) *причинно-следственная диаграмма* (диаграмма Исикавы) – отображает зависимость между следствием и его потенциальными причинами (причинно-следственный анализ). Используется для определения и структурирования факторов, влияющих на процесс;

4) *диаграмма Парето* – обеспечивает простой графический способ классификации причин от наиболее до наименее важных; 5) *диаграмма рассеяния (разброса)* – представляет собой графическое отображение взаимосвязи между различными видами данных. Используется для качественной оценки взаимосвязи между данными; 6) *расслоение (стратификация) данных* – представляет собой группировку данных в зависимости от источников и условий их получения.

Расслоение помогает выяснить причину появления дефекта, если обнаруживается различие данных между «слоями» (стратами);

7) *контрольная карта* – является графическим представлением данных из выборки, которые периодически берутся и наносятся на график через определенные промежутки времени. Нанесенные на график данные сравниваются с контрольными границами. Точка графика, находящаяся вне области контрольных границ, дает сигнал о возможном изменении процесса. Наиболее широко используемый вид контрольных карт – карты Шухарта.

Контрольные вопросы

1. Назовите инструменты метода «Дзидока».
2. В чем заключается сущность системы «Пока-ёкэ»?
3. Опишите типы устройств пока-ёкэ по принципу обнаружения ошибок.

4. Опишите типы устройств пока-ёкэ с точки зрения их установки относительно деталей.
5. На каких операциях контроля используются устройства пока-ёкэ?
6. Перечислите задачи и принципы организации кружков качества.
7. Назовите функции кружков качества.
8. Назовите семь элементарных методов оценки качества изделий.

### **Практическое занятие 7. Всеобщее обслуживание оборудования**

**Цель занятия:** изучить методику всеобщего обслуживания оборудования; на основе изученной экономической литературы закрепить знания в области методики всеобщего обслуживания оборудования.

### **Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить применение метода ТРМ (Total Productive Maintenance)

Составление графиков обслуживания оборудование;

2. Мероприятия, выполняемые при реализации направления «Система планового обслуживания оборудования».

3. Составить график обслуживания оборудования.

4. Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ)

5. Освоенный материал изложить в отчете «Всеобщее обслуживание оборудования» с подробным анализом системы, предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

**Теоретические сведения.**

Состояние оборудования, степень использования его возможностей в условиях современного механизированного и автоматизированного производства в значительной мере определяют уровень качества продукции и эффективности производства. В связи с этим вопросам оценки состояния оборудования и поддержания его в работоспособном состоянии всегда уделялось серьезное внимание.

Предприятия Японии использовали системы обслуживания и ремонта оборудования на основе систем, применяемых в США. Для устранения проблем, вызванных применением традиционных систем обслуживания и ремонта оборудования, в конце 1960-х – начале 1970-х гг. на фирме «Ниппон Дэнсо», поставщике электрооборудования для фирмы Toyota, была разработана система всеобщего производительного обслуживания оборудования (TPM – Total Productive Maintenance), которая является одним из основных элементов бережливого производства.

Система TPM – система обслуживания оборудования, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Цель использования системы TPM – совершенствование деятельности предприятия за счет повышения эффективности оборудования, процессов производства, а также улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности.

Средством достижения цели TPM служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех видов потерь и достижения «нуля поломок», «нуля несчастных случаев», «нуля брака» на протяжении всего жизненного цикла производственной системы. «Ноль поломок» достигается в TPM за счет поэтапного, систематического и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

- 1) создания базовых условий для нормальной работы оборудования;
- 2) соблюдения условий эксплуатации оборудования;
- 3) восстановления естественного износа;
- 4) устранения конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования;
- 5) повышения мастерства операторов, специалистов по ремонту и обслуживанию, инженеров-проектировщиков.

В системе ТРМ выделяют 16 видов потерь, которые подразделяются на три группы.

1) Потери времени функционирования оборудования:

- потери, вызванные поломками машин и механизмов;
- потери из-за наладки оборудования;
- потери из-за замены инструмента;
- потери при запуске оборудования;
- потери из-за кратковременной остановки оборудования и его работы на холостом ходу;
- потери производительности;
- потери из-за дефектов и необходимости доработки продукции; -  
потери из-за запланированных остановок оборудования.

2) Потери рабочего времени:

- потери из-за некачественного менеджмента;
- потери из-за нерациональной работы транспорта;
- потери из-за недостатков в организации работы производства;
- потери из-за низкого уровня автоматизации производства;
- потери из-за недостатков производственного мониторинга.

3) Потери энергии, сырья, материалов и времени из-за ремонта инвентаря:

- потери готовой продукции;

- потери энергии;
- потери из-за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Основные направления развертывания системы ТРМ:

- 1) Отдельные улучшения для повышения производительности оборудования.
- 2) Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.
- 3) Создание системы планового технического обслуживания оборудования.
- 4) Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.
- 5) Создание системы управления разработкой и внедрением нового оборудования и продукта.
- 6) Создание системы обслуживания, ориентированного на качество.
- 7) Создание системы охраны труда и окружающей среды.
- 8) Создание системы повышения эффективности работы управленческих и обслуживающих подразделений.

Развертывание системы ТРМ позволяет:

- рациональнее использовать имеющееся оборудование;
- составить более реальный план модернизации оборудования и технического перевооружения предприятия, что позволит эффективнее использовать финансовые средства;
- снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования;
- снизить количество слесарей-ремонтников;
- увеличить качество выпускаемой продукции;
- снизить уровень текучести кадров;
- сократить время простоя оборудования;
- сократить сроки пусконаладочных работ;

- сократить затраты на капитальный ремонт;
- повысить производительность труда;

Для оценки эффективности работы оборудования в системе ТРМ используется не коэффициент загрузки оборудования, а коэффициент общей эффективности оборудования (ОЕЕ – Overall Equipment Effectiveness), который выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$\text{ОЕЕ} = K1 * K2 * K3 ,$$

где  $K1$  – коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования;

$K2$  – коэффициент использования технических возможностей оборудования;

$K3$  – коэффициент годной продукции.

Коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования определяется как отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла. Коэффициент характеризует потери, связанные с поломками, переналадками и регулированием оборудования, заменой инструмента и т. д.

Коэффициент использования технических возможностей оборудования определяется как отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из-за приостановок и холостого хода, из-за снижения скорости обработки.

Коэффициент годной продукции определяется как отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из-за брака и переделок, при запуске оборудования.

Целью определения ОЕЕ является не оценка работы оператора, а улучшение функционирования оборудования или совершенствование выполнения процессов. Информацию, необходимую для расчета коэффициентов, собирают операторы, заполняя таблицы для сбора данных. Затем выполняются расчеты коэффициентов

и значения ОЕЕ. Выполнять расчет ОЕЕ имеет смысл только в том случае, когда сбор данных и вычисление показателей производится регулярно. Измерение ОЕЕ в заданные промежутки времени позволяет выявить закономерности появления потерь и разработать программу улучшения функционирования оборудования.

Вопросы для обсуждения:

1. Составление графиков обслуживания оборудование;
2. Точный учет состояния оборудования;
3. Применение метода ТРМ (Total Productive Maintenance).

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается принцип всеобщего обслуживания оборудования?
2. Какие существуют методики всеобщего обслуживания оборудования?
3. Какие преимущества и недостатки метода ТРМ?

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «Система всеобщего производительного обслуживания оборудования» (ТРМ).
2. Назовите виды потерь в системе ТРМ.
3. Назовите направления развертывания системы ТРМ.
4. Объясните структуру коэффициента общей эффективности оборудования (ОЕЕ).
5. Назовите факторы повышения эффективности от внедрения системы ТРМ.

**Практическое занятие 8.** Система быстрой переналадки оборудования

**Цель занятия:** изучить методику системы быстрой переналадки оборудования; на основе изученной экономической литературы закрепить знания в области методики системы быстрой переналадки оборудования.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

**Знать:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

**Уметь:**

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

**Владеть:**

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изучить применение метода Быстрая переналадка оборудования SMED метод (Single Minute Exchange of Dies – быстрая замена штампов).

2. Мероприятия, выполняемые при реализации направления «Быстрая переналадка оборудования SMED метод».
3. Объясните определение понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования
4. Освоенный материал изложить в отчете «Быстрая переналадка оборудования SMED метод» с подробным анализом системы, предприятий применяющих технологию зарубежных и отечественных, выводов, списка использованных источников.

### **Теоретические сведения.**

Система быстрой переналадки оборудования – это инструмент бережливого производства, представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Разновидности SMED:

- *single-digit setup* – однозарядная переналадка. Переоснастка оборудования за время, не превышающее 10 мин;
- *one touch exchange of die* (OTED) – смена штампа в одно касание.

Буквально - смена штампа одним движением, например, нажатием кнопки; в более широком смысле – очень простая процедура проведения переналадки оборудования.

*Переналадка* – процесс подготовки оборудования к переходу от производства одного вида продукции к другому (например, штамповочного прессы, машины для литья или конвейера) путем замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных приспособлений и т.п.

*Время переналадки* – это промежуток между завершением производства последнего изделия предыдущей партии до выхода из производства первого годного изделия после переналадки.

Существует два фундаментально различных типа операций переналадки: внутренние и внешние.

*Внутренние операции по переналадке* - это операции, которые можно производить только на отключенном оборудовании (установка и снятие штампов).

*Внешние операции по переналадке* - это действия, которые можно выполнять без отключения оборудования (доставка новых штампов к прессу, подготовка элементов крепления и прочее).

Применение системы быстрой переналадки позволяет значительно сократить время выполнения операций переналадки. Рассмотрим каждую операцию переналадки подробнее. 1) Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т. д. На данном этапе идет проверка наличия в нужном месте и пригодности к работе всех материалов и инструмента. В этот этап также включается период после обработки, в ходе которого изделия снимают с оборудования и перевозят на место хранения, время на чистку оборудования и т. д.

2) Установка и снятие инструмента, заготовок и т. д. На этом этапе выполняют операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

3) Измерения, установка параметров, калибровка. Выполняются все измерения и калибровки, которые надо производить для выполнения производственной операции - центровка, разметка и т. д.

4) Пробные прогоны и корректировки. Данные процедуры производятся во время обработки пробного изделия. Частота и длительность пробных прогонов и корректировки определяются квалификацией инженера-наладчика.

Рассмотрим этапы внедрения.

*Этап 0.* Внутренние и внешние операции явно не выражены. При проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются. То, что могло бы производиться как внешняя операция, производится как внутренняя. При внедрении системы быстрой переналадки надо очень тщательно изучать все операции на рабочем месте. Одним из подходов изучения будет непрерывный анализ производства, выполняемый с секундомером в руках. Другая возможность – исследование фактических условий в цехе путем интервьюирования рабочих. Лучший метод – видеосъемка всего процесса переналадки. Он будет чрезвычайно эффективен, если запись показать рабочим сразу по завершении переналадки. Если дать рабочим высказаться, то это часто дает четкое, полезное понимание проблем. Во многих случаях такое новое понимание удастся применить на практике немедленно.

*Этап 1. Разделение процедур внутренней и внешней переналадки.* Наиболее важный шаг при внедрении данного инструмента - провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Очевидно, что подготовка деталей, обслуживание и т. д. необязательно производить с отключением оборудования. Тем не менее, удивительно, насколько часто делается именно так. Если же провести специальные исследования по переводу как можно большего числа операций с внутренних на внешние, то время внутренних операций, выполняемых при отключенном оборудовании, обычно удастся сократить на 30 – 50 %. Таким образом, четкое понимание *различий* между *внутренними* и *внешними* действиями – суть системы быстрой переналадки.

*Этап 2. Преобразование внутренних действий во внешние.* На втором этапе необходимо проверить все операции с целью выяснить, не воспринимаются

ли какие-либо действия ошибочно как внутренние, найти способы преобразования этих операций во внешние. Сюда можно отнести, например, операцию подогрева, которая ранее производилась только после начала переналадки, и операцию центровки, которую можно выполнить до начала производства.

Этап 3. *Упростить все элементы операции переналадки.* Хотя иногда, путем простого преобразования внутренних действий во внешние, удастся уложиться менее чем за 10 мин, но в большинстве случаев это невозможно. Именно поэтому нужно сначала приложить целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций. Таким образом, на этапе 3 нужен подробный анализ каждой элементарной операции.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «система быстрой переналадки (SMED)».
2. Кто разработал теоретические основы и применил на практике систему быстрой переналадки оборудования?
3. Дайте определения понятий «внешние» и «внутренние» операции по переналадке оборудования.
4. Назовите этапы реализации системы SMED.
5. Какие решения применяются для снижения времени переналадки оборудования?
6. Как связаны удельные затраты на переналадку, затраты на хранение запасов с объемом партии изделий?
7. Назовите преимущества использования системы SMED.

## Практическое занятие 9. Формирование «команды процесса»

**Цель занятия:** освоение технологии организации взаимодействия в цепочке процесса. **Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы**

Знать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- технологические процессы с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Владеть:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить условия и необходимость создания команды процесса.
2. Сформулировать функции «продуктовых команд»: схема действия, трудности и препятствия.
3. Оценить возможность организации производства в условиях «узкого» или «широкого» профессионального профиля сотрудников.
4. Освоенный материал изложить в отчете «Технологии организации взаимодействия в цепочке процесса» с подробным анализом каждой освоенной функцией технологии формирования команды.

Теоретическая часть.

Поскольку бережливое предприятие нацелено на создание канала, в котором течет поток создания ценности, очевидно, что традиционные функциональные службы не могут играть ту же роль, что играли в прошлом. Отдел проектирования не должен заниматься «проектированием» в смысле выполнения традиционных чертежных задач. Отдел закупок не должен «закупать» в смысле заключения множества не связанных между собой контрактов и жесткого контроля над выполнением поставок. В производственных цехах никто, кроме руководителя процессной команды, не должен указывать рабочим, чем им заниматься в рабочее время. Служба качества не должна устраивать «аудиторские» набегии или «тушить пожары», ликвидируя внезапно возникшие проблемы с качеством. Всем эти должны заниматься сформированные на принципах бережливого производства продуктовые команды, так как решать текущие вопросы – их непосредственная обязанность. Каждый участник продуктовой команды рассматривает сотрудника, следующего в цепочке процесса за ним, как своего «внутреннего заказчика», поэтому в таких командах велика роль

тесного взаимодействия работников, работающих на единую задачу: выпуск продукции без потерь с надлежащим уровнем качества.

Достаточно бегло взглянуть на схему бережливого производства, как станет понятно, что бережливое предприятие предполагает налаживание канала для течения потока создания ценности, весьма большая доля сотрудников – участников этого потока будет непосредственно создавать ценность. Многие действия, прямо не участвующие в создании ценности, будут упразднены. Придется распрощаться и с теми сотрудниками, которые отвечали за выполнение этих действий. Многих это сбивает с толку. Ведь стандартная схема карьерного роста предполагает, что специалист, приобретая новые знания и развивая свои компетенции, постепенно поднимается по управленческой лестнице, существующей внутри своего функционального подразделения, параллельно увеличивая свой доход.

Профессионалы, работающие в продуктовых командах, рано или поздно могут начать интересоваться тем, «каково их будущее» и «как следует называть их должность» («Я учился на инженера-электрика, но теперь большую часть времени занимаюсь вещами, для которых мне мое образование не нужно»). Хотя само участие в бережливом производстве, безусловно, должно приносить большее удовлетворение, чем работа в изолированных «департаментах» по методу «партий и очередей», отсутствие должностного роста и возможности развивать управленческие навыки многими воспринимается весьма тяжело.

Вопросы для обсуждения:

1. Новая роль подразделений при организации бережливого производства.
2. Оптимизация сотрудников – неизбежность?
3. Карьерный рост в условиях бережливого производства.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные вопросы, которые должна решать «продуктовая команда».
2. Как осуществляю подбор сотрудников для команды процесса?
3. Каким образом осуществляется карьерный рост в условиях работы в команде ?
4. Раскройте понятие «профессионализм»?
5. Существует ли альтернатива формированию «команды процесса»?

## **Список литературы**

### **Перечень основной литературы:**

1. Вейдер, М.Т. Инструменты бережливого производства II. Карманное руководство по практике применения Lean [Текст] / М.Т. Вейдер. – М.: Альпина Паблишер, 2015 – 160 с.
2. Вумек, Д.П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Д.П. Вумек, Д.Т. Джонс; пер. с англ. С. Турко. – М.: Альпина Паблишер, 2017 – 472 с.
3. Вумек, Д.П. Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства [Текст] / Д.П.Вумек, Д.Т. Джонс; пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2014 – 264 с.
4. Штайн, Э. Философия Lean. Бережливое производство на работе и дома [Электронный ресурс] / Э. Штайн. – М.: АВ Паблишинг, 2017 **Перечень дополнительной литературы:**
  1. Браун, М.Г. За рамками сбалансированной системы показателей. Как аналитические показатели повышают эффективность управления компанией [Текст] / М.Г. Браун; пер. с англ. И. Ильина. – М.: Олимп-Бизнес, 2012 – 224 с.
  2. Браун, М.Г. Сбалансированная система показателей: на маршруте внедрения [Текст] /М.Г. Браун; перевод Ю.Сакулин. – М.: Альпина Паблишер, 2005 – 232с.
  3. Кандалинцев, В.Г. Инновационный бизнес. Применение сбалансированной системы показателей [Цифровая книга; текст] / В.Г. Кандалинцев. – М.: РАНХ и ГС, 2015 - 168 с.
  4. Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию [Текст] / Р.Каплан, Д. Нортон; пер. М. Павлова. – М.: Олимп-Бизнес, 2016 – 320 5.
- Пэнди, С.П. Курс на Шесть Сигм. Как General Electric, Motorola и другие ведущиекомпании мира совершенствуют свое мастерство [Текст] / С.П. Пэнди, Р.П. Ньюмен, Р.Р.Кэвенег; перевод Т. Кублицкая, И. Савельева. – М.: Лори, 2014 – 400 с.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по выполнению самостоятельной работы  
по дисциплине «Прикладная механика»

для студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, направлен-  
ность (профиль) Химическая технология неорганических веществ

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	6
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	7
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
5 Тематический план дисциплины.....	8
6 Вопросы для собеседования.....	9
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	11
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов	12
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	12
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	13

## Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведённых на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентностного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно- телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/ докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

## **1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины**

Дисциплина «Прикладная механика» относится к дисциплине базовой части. Она направлена на формирование профессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
<p><b>ОПК-5</b> Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</p>	<p><b>ИД-1</b> знаком с основами экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике</p>	<p><b>Пороговый уровень</b>  <b>понимает</b> новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел, деталей и узлов машин общего назначения</p> <p><b>Повышенный уровень</b>  <b>понимает</b> информацию о способах налаживания, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования; порядок расчета деталей машин и оборудования химической промышленности</p>
	<p><b>ИД-2</b> осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике</p>	<p><b>Пороговый уровень</b>  <b>осваивает</b> новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей химического оборудования при простых видах нагрузки</p> <p><b>Повышенный уровень</b>  <b>использует</b> принимает участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования; кинематические расчеты движущихся элементов деталей машин и оборудования, уметь проводить испытания по заданной методике</p>
	<p><b>ИД-3</b> проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обработки и интерпретации экспериментальных данных объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Пороговый уровень</b>  <b>применяет</b> навыки освоения и эксплуатации нового оборудования на основе применения методов работы современных информационных технологий; навыками составления расчетных схем и выполнения прочностных расчетов несложных механических систем и устройств и методами их испытаний</p> <p><b>Повышенный уровень</b>  <b>принимает</b> участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования, обеспечивает техно-</p>

		логический процесс методами современных информационных технологий; методами экспериментальных исследований деталей машин и оборудования, обработки и интерпретации экспериментальных данных
--	--	---

В рамках курса дисциплины «Прикладная механика» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

- подготовка к практическим занятиям, в том числе работа с методическими указаниями, средствами массовой информации;
- подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к практическим занятиям заключается в углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме.

Задачи:

- развить способность применять полученные знания на практике при решении конкретных задач;
- проверить знания студентов, полученные на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

## 2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для заочной формы обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	Подготовка к практическому занятию	Собеседование	1,425	0,075	1,500
ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	Самостоятельное изучение литературы	Собеседование	157,463	8,288	165,750
ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	Вопросы к экзамену	Собеседование	18,9	1,35	20,25
Итого за семестр			158,888	8,363	167,250
Итого			158,888	8,363	167,250

### 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### 4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</i>				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 ОПК-5 знаком с основами экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике	не понимает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел, деталей и узлов машин общего назначения	не в достаточном объеме понимает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел, деталей и узлов машин общего назначения	понимает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; основополагающие понятия и методы статики, кинематики, расчетов на прочность и жесткость упругих тел, деталей и узлов машин общего назначения	понимает информацию о способах налаживания, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования; порядок расчета деталей машин и оборудования химической промышленности
ИД-2 ОПК-5 осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике	не осваивает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей химического оборудования при простых видах нагрузки	не в достаточном объеме осваивает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей химического оборудования при простых видах нагрузки	осваивает новое оборудование, внедряемое на основе применения методов работы современных информационных технологий; выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей химического оборудования при простых видах нагрузки	использует принимает участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования; кинематические расчеты движущихся элементов деталей машин и оборудования, уметь проводить испытания по заданной методике
ИД-3 ОПК-5 проводит	не применяет на-	не в достаточном	применяет на-	принимает

наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обработки и интерпретации экспериментальных данных объектов профессиональной деятельности	выки освоения и эксплуатации нового оборудования на основе применения методов работы современных информационных технологий; навыками составления расчетных схем и выполнения прочностных расчетов несложных механических систем и устройств и методами их испытаний	объеме применяет навыки освоения и эксплуатации нового оборудования на основе применения методов работы современных информационных технологий; навыками составления расчетных схем и выполнения прочностных расчетов несложных механических систем и устройств и методами их испытаний	выки освоения и эксплуатации нового оборудования на основе применения методов работы современных информационных технологий; навыками составления расчетных схем и выполнения прочностных расчетов несложных механических систем и устройств и методами их испытаний	участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования, обеспечивает технологический процесс методами современных информационных технологий; методами экспериментальных исследований деталей машин и оборудования, обработки и интерпретации экспериментальных данных
--	---	--	---	--

### 5 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем / из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4 семестр						
1	Статика твердого тела 1. Плоская и пространственные системы сил. 2. Основные определения и задачи статики. Аксиомы статики и следствия из них.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	1.5	1.5		4.5
2	Статика твердого тела 1. Система сходящихся сил. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил. 2. Плоская система пар сил. Плоская система произвольно расположенных сил.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5

3	Кинематика твёрдого тела 1. Задачи и методы кинематики. 2. Способы задания движения точки (векторный, координатный и естественный).	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5
4	Кинематика твёрдого тела 1. Траектория и уравнения движения точки, скорость и ускорение. 2. Поступательное, вращательное и плоско - параллельное движение твёрдого тела.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5
5	Кинематика твёрдого тела 1. Сложное движение твёрдого тела. Абсолютное, относительное и переносное движение, скорости и ускорения. 2. Законы сложения скоростей и ускорений.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5
6	Динамика твёрдого тела 1. Основные понятия и определения динамики. Законы механики. 2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки и твёрдого тела (поступательное и вращательное движение), их интегрирование.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5
7	Динамика твёрдого тела 1. Теорема о количестве движения и моменте количества движения. 2. Кинетическая и потенциальная энергия системы	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				4.5
8	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	1.5	1.5		4.5
9	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Основные понятия и определения. Силы внешние и внутренние. Метод сечений.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12
ИТОГО за 4 семестр			3	3		48
5 семестр						
10	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Напряжения, деформации и перемещения. Гипотезы сопротивления материалов. Напряжения и деформации при растяжении (сжатии). 2. Закон Гука.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12
11	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Прочность при растяжении-сжатии, допускаемые напряжения. 2. Общие сведения о механических испытаниях материалов.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12
12	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Напряжения и деформации при сдвиге и кручении. 2. Эпюры крутящих моментов и углов закручивания.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12

13	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Прочность при сдвиге и кручении. Изгиб с кручением, тонкостенные оболочки.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	1.5	1.5		12
14	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Усталостная прочность материалов.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	1.5	1.5		12
15	Введение в сопротивление материалов. Основные понятия. Виды деформаций и расчеты 1. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5	1.5	1.5		12
16	Механические передачи. Соединения деталей машин. 1. Передачи вращательного движения. зубчатые передачи. Червячные и конические передачи	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12
17	Механические передачи. Соединения деталей машин. 1. Ременные и цепные передачи. Сварные, заклепочные, паянные и клеевые соединения	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				12
18	Механические передачи. Соединения деталей машин. 1. Валы и оси. Опоры валов и осей. Муфты.	ИД-1 ОПК-5 ИД-2 ОПК-5 ИД-3 ОПК-5				23.25
	ИТОГО за 5 семестр		4.5	4.5		119.25
	Экзамен					6.75
	ИТОГО		7.5	7.5		119.25

## 6. Вопросы для собеседования

### Пороговый уровень

1. Плоская и пространственная системы сил.
2. Основные определения и задачи статики. Аксиомы статики и следствия из них.
3. Система сходящихся сил. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил.
4. Плоская система пар сил. Плоская система произвольно расположенных сил.
5. Задачи и методы кинематики.
6. Способы задания движения точки (векторный, координатный и естественный).
7. Траектория и уравнения движения точки, скорость и ускорение.
8. Поступательное, вращательное и плоско - параллельное движение твердого тела.
9. Сложное движение твердого тела. Абсолютное, относительное и переносное движение, скорости и ускорения.
10. Законы сложения скоростей и ускорений.
11. Основные понятия и определения динамики. Законы механики.
12. Дифференциальные уравнения движения материальной точки и твердого тела (поступательное и вращательное движение), их интегрирование.
13. Теорема о количестве движения и моменте количества движения.
14. Кинетическая и потенциальная энергия системы
15. Основные понятия и определения. Силы внешние и внутренние. Метод сечений.
16. Напряжения, деформации и перемещения. Гипотезы сопротивления материалов. Напряжения и деформации при растяжении (сжатии).
17. Закон Гука.

### Повышенный уровень

1. Прочность при растяжении-сжатии, допускаемые напряжения.
2. Общие сведения о механических испытаниях материалов.

3. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Напряжения и деформации при сдвиге и кручении.
4. Эпюры крутящих моментов и углов закручивания.
5. Прочность при сдвиге и кручении. Изгиб с кручением, тонкостенные оболочки.
6. Усталостная прочность материалов.
7. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.
8. Передачи вращательного движения. Зубчатые передачи. Червячные и конические передачи
9. Ременные и цепные передачи. Сварные, заклепочные, паянные и клеевые соединения
10. Валы и оси. Опоры валов и осей. Муфты.
11. Плоская и пространственная системы сил.

## **7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала**

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы для выяснения которые у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Активно проработанный в течение семестра конспект лекций в дальнейшем служит основой для подготовки к экзамену.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа в ходе **практических** занятий включает выполнение заданий к практическим занятиям, в частности решение задач различного уровня сложности. Задачи приведены в методических указаниях к практическим занятиям и фондах оценочных средств.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для эффективной подготовки к практическому занятию необходимо иметь методическое руководство к практическим работам.

Критерии оценивания практических занятий представлены в фонде оценочных средств.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность изложения материала; полнота и достаточный объем ответа; научность в оперировании основными понятиями; использование и изучение дополнительных литературных источников

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы: вопросы для собеседования и экзамена приведены Фонде оценочных средств по дисциплине

## **8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывая специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;
2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

## **9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции**

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.

## **10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практическое занятие – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых студенты учатся творчески работать, аргументировать и отстаивать свою позицию, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией. Основное в подготовке и проведении практических занятий – это самостоятельная работа студента над изучением темы. Студент обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему. На занятии обсуждаются узловые вопросы темы, однако там могут быть и такие, которые не были предметом рассмотрения на лекции. Могут быть и специальные задания к той или иной теме.

Готовиться к лабораторной работе следует заранее. Необходимо внимательно ознакомиться с планом и другими материалами, уяснить вопросы, выносимые на обсуждение. Затем нужно подобрать литературу и другой необходимый, в т.ч. рекомендованный, материал (через библиотеку, учебно-методический кабинет кафедры и др.). Но прежде всего, следует обратиться к своим конспектам лекций и соответствующему разделу учебника. Изучение всех источников должно идти под углом зрения поиска ответов на выносимые на практико-ориентированные занятия вопросы.

Завершающий этап подготовки к занятиям состоит в выполнении индивидуальных заданий.

В случае пропуска занятия студент обязан подготовить материал и отчитаться по нему перед преподавателем в обусловленное время. Может быть предложено отдельным бакалаврам, ввиду их слабой подготовки, более глубоко освоить материал и прийти на индивидуальное собеседование.

Студент не допускается к зачету, если у него есть задолженность по практическим работам.