

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ДИЗАЙН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности 6-05-0714-02
«Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»
дневной формы обучения*



Могилев 2026

УДК 004.4:621.9.02
ББК 32.973.26–02:34.6
Д44

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«21» ноября 2025 г., протокол № 4

Составители: канд. техн. наук, доц. Д. С. Галюжин;
И. А. Тарадейко;
М. В. Тарадейко

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. Н. Миронова

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов специальности 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» дневной формы обучения.

Учебное издание

ДИЗАЙН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 12.01.2026. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 2,25. Тираж 26 экз. Заказ № 16.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2026

Содержание

1 Практическое занятие № 1. Изучение фирменного стиля промышленного предприятия, разработка собственного логотипа.....	4
2 Практическое занятие № 2. Разработка компьютерной модели узла технологического оборудования с получением фотореалистичного изображения.....	7
3 Практическое занятие № 3. Переработка компьютерной модели узла технологического оборудования с учетом знаний о промышленном дизайне с получением фотореалистичного изображения.....	20
4 Практическое занятие № 4. Эргономическая экспертиза инженерных решений станков	22
Список литературы.....	31
Приложение А.....	32

1 Практическое занятие № 1. Изучение фирменного стиля промышленного предприятия, разработка собственного логотипа

Цель работы: изучение истории фирменного стиля, корпоративных атрибутов, логотипов и их особенностей.

Краткие теоретические сведения

Фирменный стиль – термин, обычно обозначающий систему визуально-коммуникационных средств, спроектированную в целях создания определенного постоянного зрительного образа. Он включает в себя основные элементы (знак, логотип, цвет, шрифт), а также всю многообразную визуальную информацию – от документации, упаковки, сувениров, рекламы до элементов визуальной коммуникации, графики на одежде, транспортных средствах, зданиях и пр. Неотъемлемым элементом в создании фирменного стиля является промышленная графика. На нее возложена ответственность за разработку таких визуальных объектов рекламы, как упаковка, проспекты, плакаты, буклеты и, самое важное, товарного знака (логотипа). Товарные знаки – это зарегистрированные в установленном порядке обозначения, служащие для отличия товаров одних предприятий от однородных товаров других предприятий. Другие используемые названия: знак обслуживания, торговая марка, фирменный знак (от англ. trade mark). Товарный знак является центральным элементом фирменного стиля. Это очень важный элемент «лица» компании, его обязательная часть. На качестве его разработки и исполнения лежит большая ответственность, связанная с товарным видом продукции или услуги, оказываемой предприятием. Поэтому он должен быть оригинален, лаконичен, запоминаем и технологичен. В нашей стране разработкой логотипов начали заниматься с начала 1960-х гг. Сразу выделилось четыре вида товарных знаков: изобразительные, словесные, объемные, комбинированные.

Существует пятый вид товарного знака – звуковой, но он больше характерен для радиостанций и телекомпаний. Изобразительные товарные знаки могут представлять собой: конкретные изображения, например, животных, птиц, людей, неодушевленных предметов; символы, например, круг – символ солнца, треугольник – горы и т. д.; абстрактные изображения, например, линии, фигуры; композиции орнаментального характера; шрифтовые единицы и цифры в художественной индивидуальной трансформации (стандартные шрифтовые единицы и цифры не охраняются в качестве товарных знаков); различные композиции перечисленных элементов.

Словесные товарные знаки представляют собой слова или сочетания букв, имеющие словесный характер. У них есть свои преимущества перед другими видами товарных знаков, которые вытекают из главной отличительной особенности последних – наличия фонетического аспекта. Словесные знаки, как правило, имеют большую различительную силу и лучше запоминаются и воспроизводятся, чем изобразительные. Такой знак проще связывать с фирменным

наименованием предприятия, создавать серии товарных знаков для одного предприятия.

Чтобы выделиться среди конкурентов, показать индивидуальные достоинства и стать узнаваемым, нужен фирменный стиль. Он формируется из комплекса обязательных атрибутов, основным из которых является логотип компании. В качестве дополнительного усиливающего фактора выступает документация в виде визитных карточек, брошюр, бланков, папок, значков и других элементов с корпоративной символикой.

Следует понимать, что без фирменного стиля и стратегии позиционирования себя на рынке невозможно создать сайт, достойно и объективно представляющий компанию. Особенно это касается молодых компаний, у которых не сформирован даже собственный бренд, без которого неприемлемо продвижение.

Встречаются также ситуации, когда фирменный стиль и логотип имеются, но они не работают, потому что создавались без должного анализа и непрофессионально. В этом случае необходим «ребрендинг» или полная переработка стиля и имиджа компании.

Какова же правильная технология разработки фирменного стиля?

Технологическая цепочка проста и неизменна:

нейминг → фирменный стиль с логотипом → корпоративный сайт.

Именно такая последовательность наиболее правильна и целесообразна.

Нейминг – это работа над созданием торговой марки компании, разработка бренда. Обязательный этап, с которого начинается путь любой компании. «Как корабль назовешь, таким будет и плавание».

Фирменный стиль – это лицо и имидж компании, то, что отличает ее от других. Он должен работать на привлечение целевого потока клиентов. Хорошо проработанный фирменный стиль и бренд – это мощный аргумент, выделяющий Вас из общей массы, состоящий из комплекса важных атрибутов.

Логотип – основной элемент фирменного стиля и бренда. Именно с него начинается формирование имиджа компании. Внешне логотип представляет собой визуальный объект, который может содержать как графическую, так и текстовую информацию. Его разработка является самым ответственным этапом, от которого зависят все остальные составляющие фирменного стиля.

Буклет – это важный инструмент работы, презентующий продукцию и услуги компании на выставках, в магазинах и других местах. Используется как раздаточный материал, в котором содержится информация, мотивирующая потенциальных клиентов к совершению определенных действий.

Дополнительные корпоративные атрибуты предназначены для закрепления и усиления сформированного образа. К ним относятся визитки, конверты, бланки, бейджи, листовки и другие элементы, содержащие фирменную символику и оформленные в едином стиле.

Целью данного практического занятия является разработка логотипа компании, выпускающей промышленное оборудование.

Рассмотрим примеры логотипов ведущих отечественных и мировых станкопроизводителей (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Логотипы ведущих отечественных и мировых станкопроизводителей

Логотип	Наименование производителя
	ОАО «Оршанский станкостроительный завод «Красный борец»
	ЗАО «Атлант»
	ОАО «Молодечненский станкостроительный завод»
	ОАО «Станкостроительный завод им. С. М. Кирова»
	ОАО «МЗОР»
	ОАО «Вистан»
	ОАО «СтанкоГомель»
	Haas Automation Inc., США
	Okuma Corporation, Япония
	Gildemeister AG, Германия

Задание

Разработать собственное название и логотип.

Перечень используемого программного обеспечения: графические редакторы и САПР – Компас, SolidWorks, Photoview, Photoshop.

Порядок выполнения работы

Провести дополнительное самостоятельное исследование логотипов ведущих станкопроизводителей Республики Беларусь, Российской Федерации и стран ближнего и дальнего зарубежья. На основе анализа разработать соб-

ственное название и логотип Могилевского завода по выпуску станкостроительной продукции.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Описание последовательности создания логотипа с помощью графического редактора.
- 3 Графическое представление логотипа.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое нейминг?
- 2 Для чего необходимо наличие фирменного стиля?
- 3 Логотип: функции и назначение.
- 4 Что относится к дополнительным корпоративным атрибутам?
- 5 Какие существуют виды товарных знаков?
- 6 Что такое ребрендинг?

2 Практическое занятие № 2. Разработка компьютерной модели узла технологического оборудования с получением фотореалистичного изображения

Цель работы: разработка компьютерной модели узла технологического оборудования; изучение модели САПР SolidWorks – PhotoView 360 для получения фотореалистичного изображения разработанной модели узла технологического оборудования.

Краткие теоретические сведения

PhotoView 360 является добавлением SolidWorks, позволяющим создавать фотореалистичные изображения моделей SolidWorks. Отрисованное изображение содержит внешние виды, освещение, сцены и надписи модели. PhotoView 360 доступно только в SolidWorks Professional и SolidWorks Premium.

Добавление PhotoView 360 осуществляется в окне (рисунок 2.1) Инструменты → Добавления.

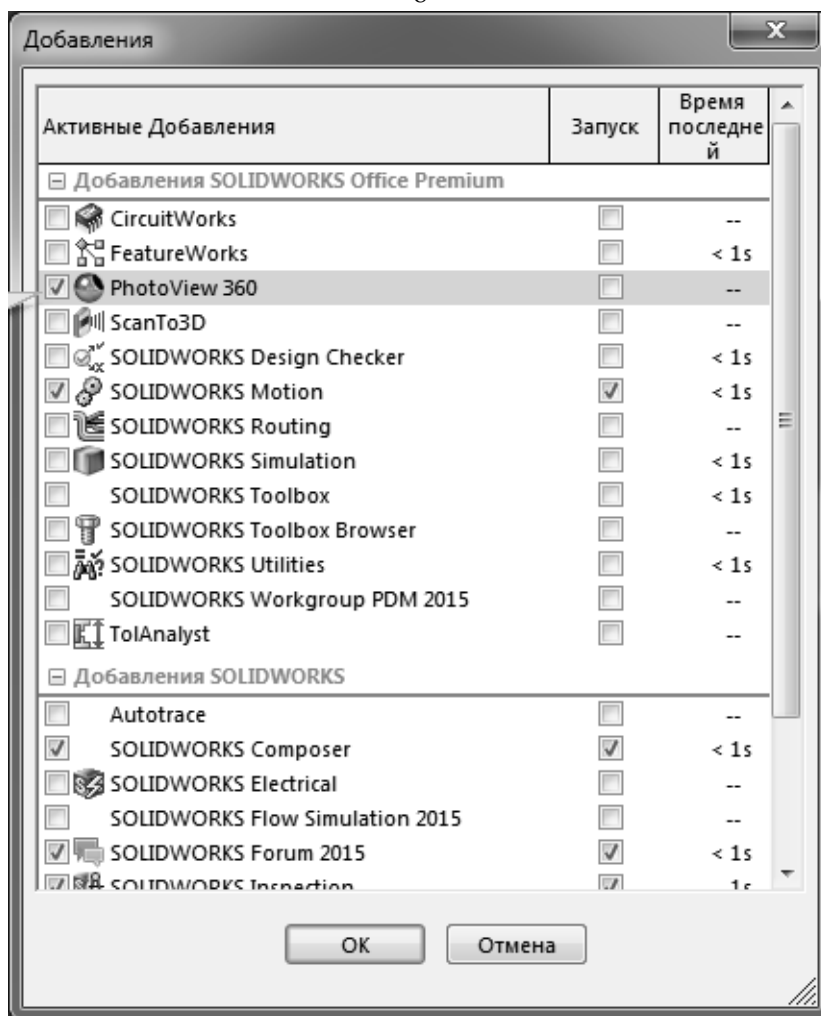


Рисунок 2.1 – Добавления SolidWorks

Порядок выполнения работы

1 Откройте модель, назначьте материалы, цвета, создайте надписи и т. д. в соответствии со свойствами модели.

2 Рекомендуется начинать процесс предварительного просмотра в графической области или открыть окно предварительного просмотра, чтобы проанализировать, как внесенные Вами изменения повлияют на отрисовку модели.

3 Отредактируйте внешние виды, сцены и надписи.

4 Отредактируйте освещение. По умолчанию освещение выключено в PhotoView. Без освещения имеется возможность воспользоваться реалистичным освещением, присутствующим в сценах, что обычно достаточно для отрисовки. Дополнительное освещение в PhotoView обычно требуется для освещения закрытого пространства в модели.

5 Отредактируйте Параметры PhotoView.

Окно Параметры PhotoView 360 управляет настройками добавления, включая размер изображения вывода и качество отрисовки. В таблице 2.1 приведены настройки, которые применяются при фотореалистичном выводе изоб-

ражения. В таблице 2.2 представлены настройки по качеству выводимого изображения.

В таблице 2.3 приведены настройки изображения по расфокусированию, в таблице 2.4 – по контурной и графической визуализации.

Таблица 2.1 – Настройки изображения вывода

Наименование	Описание
Динамическая справка	Отображает всплывающие подсказки для инструментов по каждому свойству
Размер изображения вывода. Сброс размеров изображения	Устанавливает размер изображения вывода на стандартные значения ширины и высоты. Также можно выбрать настройки, присвоенные текущей камере, или назначить свои значения
Размер изображения вывода. Ширина изображения	Устанавливает ширину изображения вывода в пикселях
Размер изображения вывода. Высота изображения	Устанавливает высоту изображения вывода в пикселях
Фиксированное соотношение сторон	Сохраняет текущее соотношение ширины к высоте в изображении вывода
Использование соотношения сторон камеры	Устанавливает соотношение сторон изображения вывода на соотношение сторон поля вида камеры. Доступно, если текущий вид создан с использованием камеры
Соотношение сторон фона	Выбор соотношения сторон окончательной отрисовки, соответствующего соотношению сторон фонового изображения. Если этот параметр не выбран, фоновое изображение искажается. Доступно, если текущая сцена использует изображение в качестве фона. Эта настройка игнорируется, если включен параметр. Использовать соотношение сторон камеры
Формат изображения	Изменяет тип файла для отрисованных изображений
Путь изображения по умолчанию	Устанавливает путь по умолчанию для отрисовки, которая запланирована в Task Scheduler

Таблица 2.2 – Качество изображения

Наименование	Описание
Просмотр качества отрисовки	Устанавливает уровень качества предварительного просмотра. Чем выше качество изображения, тем больше времени требуется на его отрисовку
Качество окончательной отрисовки	Устанавливает уровень качества окончательной отрисовки. Чем выше качество изображения, тем больше времени требуется на его отрисовку. Обычно различия между Лучшим и Максимальным качеством невелики. Настройка Максимальное наиболее эффективна при отрисовке закрытых пространств и внутренних сцен

Окончание таблицы 2.2




Наименование	Описание
Настраиваемые параметры отрисовки	Позволяет задать настраиваемые значения для числа отражений и преломлений в окончательной отрисовке. Окно Предварительный просмотр позволяет убедиться в использовании идеальных пользовательских настроек отражений и преломлений. Если нажать  , окно Предварительный просмотр обновляется
Количество отражений	Задается число отражений (до 32). Например, когда два отражающих объекта находятся друг перед другом, можно задать число отражений, которые умножаются, уходя вдаль. Необходимо по одному отражению для каждой последующей грани, от которой должен отразиться свет. Число отражений влияет на быстродействие отрисовки, поэтому большое число отражений следует использовать, только если это требуется для правильного отображения объектов в отрисовке
Количество преломлений	Задается число преломлений (до 32). Преломление возникает при прохождении луча света через прозрачный объект. Для каждой последующей грани, преломляющей свет, требуется одно преломление. Например, чтобы луч света прошел через плоскость стакана и попал на объект позади него, лучу нужно будет преломиться через две грани. Если преломлений недостаточно, на прозрачных объектах могут появиться черные пятна. Число преломлений влияет на быстродействие отрисовки
Гамма	Регулировка полутонов изображения с сохранением черного и белого цветов. Увеличение значения приводит к осветлению полутонов; уменьшение – к затемнению. Дополнительно гамму можно настроить в окне Окончательная отрисовка

Таблица 2.3 – Расфокусирование

Наименование	Описание
Расфокусирование	Добавляет эффект выцветания, сияние вокруг очень ярких объектов, испускающих или отражающих свет. Выцветание заметно в окончательной отрисовке, на предварительном изображении
Точка расфокусирования	Уровень яркости или излучательной способности, по достижении которого применяется эффект выцветания. По мере снижения уровня увеличивается количество объектов, к которым применяется эффект. Соответственно, по мере его увеличения количество объектов сокращается
Диапазон расфокусирования	Устанавливает расстояние распространения расфокусирования от источника

Таблица 2.4 – Контурная/графическая визуализация

Вид пиктограммы	Контурная/графическая визуализация	Описание
	Отрисовка только с контурами	Доступно при выборе Контурная. Отрисовывает только с контурными линиями. Оставляет отображение фона или сцены и настройку глубины поля
	Отрисовка с контурами и твердотельной геометрией	Доступно при выборе Контурная. Отрисовывает изображение с контурными линиями
	Отрисовка только с контурами динамического изображения	Доступно при выборе Графическая. Отрисовывает изображение с графическими линиями без отражательной способности сцены
	Отрисовка с закрашиванием динамического изображения	Доступно при выборе Графическая. Отрисовывает изображение с графическими линиями
	Отрисовка с контурами динамического изображения и закрашиванием	Доступно при выборе Графическая. Отрисовывает изображение с графическими линиями и закрашиванием
	Толщина линии	Устанавливает толщину линий контура в пикселях
	Редактирование цвета линии	Устанавливает цвет контурных или графических линий

При преломлении или отражении света от поверхности изогнутые световые лучи собираются в едином фокусе, создавая яркий массив, называемый каустиком. Прямые каустики (таблица 2.5) отображаются только в окончательной отрисовке и только при отражении внешнего вида пола или физической геометрии с помощью луча света или точечного источника света. Свет отражается или проходит через модель, создавая яркий узор на полу.

Когда модель окончательно готова, проводится окончательная отрисовка (PhotoView > Окончательная отрисовка) или позже (PhotoView > Запланировать отрисовку). При необходимости можно выполнить подробную настройку в окне Окончательная отрисовка.

Таблица 2.5 – Каустики


Наименование	Описание
Прямые каустики	Делает доступными прямые каустики в окончательной отрисовке
Количество каустиков	Управляет количеством видимых каустик, определяя максимальное число испускаемых фотонов. При увеличении этого значения каустики становятся более резкими и отчетливыми, однако возрастает время отрисовки
Качество каустиков	Управляет качеством каустик путем определения количества фотонов, опробованных в каждом пикселе. Увеличение этого значения вызывает более гладкий эффект каустик за счет детализации. Уменьшение значения ведет к более резкому эффекту каустик с повышенной зернистостью

Улучшение быстроедействия отрисовки. Предварительный просмотр отрисовок. PhotoView предлагает два способа предварительного просмотра отрисовок: в графической области (Интегрированный предварительный просмотр) и в отдельном окне (Окно предварительного просмотра). Оба метода позволяют сделать изменения перед окончательной отрисовкой. Так как обновления непрерывны, можно экспериментировать с объектами управления, которые влияют на отрисовку без необходимости глубокого понимания функционирования каждого объекта управления. Когда Вы довольны результатом, можно провести окончательную полную отрисовку.

Область отрисовки PhotoView 360. В графической области SolidWorks можно определить область для предварительного просмотра или окончательной отрисовки. Область отрисовки можно использовать для оценки параметров освещения, внешних видов и отрисовки в одной области модели без изменения ориентации вида, изменения масштаба или отрисовки всей модели. Для меньших областей быстрее генерируются изображения предварительного просмотра и окончательные отрисовки. Если окно предварительного просмотра открыто во время определения области отрисовки, при внесении изменений в модель изменяется только участок внутри области отрисовки.


SolidWorks рекомендует использовать вид камеры и задать параметру Размер изображения вывода значение Использовать вид SolidWorks в окне Параметры PhotoView 360. Если вместо этого применить пользовательское значение параметра Размер изображения вывода, дерево конструирования FeatureManager закрывает часть данного вида. В результате сложно спрогнозировать, какая часть графической области будет отрисовываться, и задать местоположение области отрисовки.


Чтобы определить область отрисовки, необходимо выполнить указанные ниже действия.

1 Выберите Область отрисовки  (панель инструментов отрисовки) или PhotoView 360 > Область отрисовки.


2 Настройте размер и расположение области отрисовки.

3 Выполните одно из нижеприведенных действий:

– нажмите кнопку Интегрированный предварительный просмотр , чтобы увидеть предварительное изображение в графической области;

– нажмите Окно предварительного просмотра , чтобы его открыть. Если окно предварительного просмотра открыто, область отрисовки можно перемещать, чтобы сравнивать разные области модели. Однако при создании окончательной отрисовки программное обеспечение отрисовывает только область отрисовки, выбранную последней.

4 Дополнительно можно изменить параметры отрисовки, внешние виды модели или освещение, чтобы узнать, как изменения влияют на область отрисовки.

5 Чтобы вернуться к просмотру модели без заданной области отрисовки, выберите Область отрисовки  (панель инструментов отрисовки) или PhotoView 360 > Область отрисовки.

Графическая визуализация с помощью программы PhotoView 360. Графическую визуализацию можно использовать для отображения модели в виде эскиза.

Графическая визуализация возможна в программе PhotoView 360. Для этого выполните следующие действия.

1 При открытой модели (рисунок 2.2) щелкните Инструменты > Приложение и добавьте ее в программу PhotoView 360.





Рисунок 2.2 – Нормальное отображение

2 Щелкните PhotoView 360 > Параметры .

3 Щелкните Контурная/графическая визуализация.

4 В разделе Контурная/графическая визуализация выберите Графика, а также одно из следующих действий:

– щелкните Отрисовать только с контурами графической визуализации» . Результат приведен на рисунке 2.3;

– щелкните Отрисовать с закрашиванием графической визуализации ;


– щелкните Отрисовать с контурами графической визуализации и закрашиванием . Результат представлен на рисунке 2.4.



Рисунок 2.3 – Изображение с отрисованными контурами графической визуализации



Рисунок 2.4 – Изображение с отрисованными контурами графической визуализации и закрашиванием

5 В разделе Толщина линии введите или выберите число от 1 до 6.

6 Щелкните Редактировать цвет линии и выберите необходимый цвет, а затем щелкните ОК.

7 Нажмите кнопку ✓.

Параметры PhotoView 360.

Окно PropertyManager Параметры PhotoView 360 управляет настройками PhotoView 360, а также размером изображения вывода и качеством отрисовки.

Окно Окончательная отрисовка. В окне Окончательная отрисовка можно скорректировать детали отрисовок, сравнить две отрисовки и просмотреть статистические данные по отрисовкам.

Отрисовка по сети. Чтобы ускорить отрисовку, клиенты службы подписки SolidWorks могут распределять работу по отрисовке в PhotoView 360 между несколькими компьютерами. Отрисованные изображения можно сохранять в различных форматах, имеющих собственные особенности.

Также есть возможность сделать предварительный просмотр отрисовки текущей модели непосредственно в графической области SOLIDWORKS.

Чтобы отобразить предварительный просмотр, при наличии добавленного приложения PhotoView выберите PhotoView 360 > Интегрированный предварительный просмотр.

Окно окончательной отрисовки в PhotoView 360 представлено на рисунке 2.5.

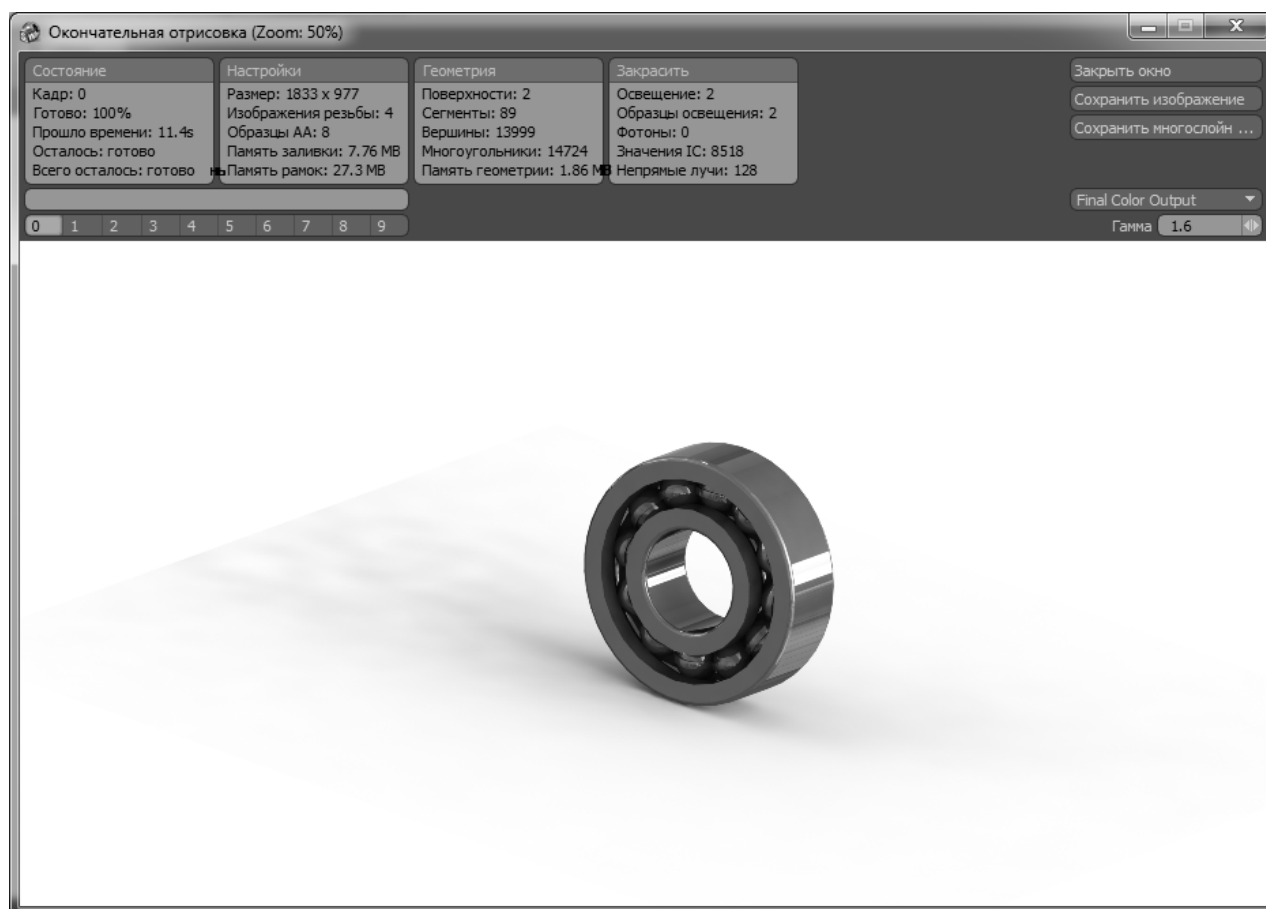


Рисунок 2.5 – Окно предварительного просмотра

Типы файлов отрисованных изображений и анимаций. Отрисованные изображения можно сохранять в различных форматах, имеющих собственные особенности.

При сохранении отрисовок и анимаций можно использовать следующие общеупотребительные типы файлов, представленные в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Форматы сохранения отрисовок

Наименование формата	Описание
EXR	Формат High Dynamic Range с высокой степенью сжатия и открытым исходным кодом
FLX	Вариант формата FLIC, используемый для анимационных кадров
HDR	Вариант формата TIFF, который имеет канал освещенности. Полезен при редактировании тональной компрессии, уровней черного и белого и других элементов освещенности

Наименование формата	Описание
JPEG	Самый популярный графический формат, который можно открыть в большинстве программ для просмотра картинок
PNG	Популярный формат, обеспечивающий как качество изображения, так и минимально возможный размер файла. PNG – это один из немногих форматов, сочетающих отсутствие потерь качества, 8-разрядность и наличие альфаканала. Формат PNG следует использовать, когда при постобработке нужно получить прозрачный фон или анимацию
PNG 16	PNG 16-разрядный
PSD	Формат Adobe PhotoShop. Содержит сведения об освещенности. Также поддерживает слои, если сохранен как LayeredPSD
TGA	Обладает хорошим сжатием при большой разрядности и содержит альфа-канал
TIFF	Обладает хорошим сжатием при большой разрядности и содержит альфа-канал

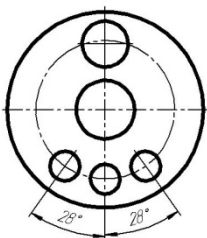
В таблице 2.7 определены варианты сохранения графических форматов.

Таблица 2.7 – Определение терминов при сохранении файлов

Вариант сохранения	Описание
Сжатый	Сжимает изображение по определенному алгоритму, уменьшая размер файла
Без потерь	Сохраняет качество изображения при сжатии
С потерями	Снижает качество изображения при сжатии
Альфа-канал	Имеется дополнительный канал для фонового слоя

Задание

Разработать рычажную систему управления коробкой скоростей технологического оборудования на базе сборочного чертежа (рисунки 2.6 и 2.7) на основе таблицы 2.8.



№ п/п	№ п/п	Обозначение	Наименование	кол	Примечание
		<u>Восьь, разработанных изделий</u>			
1	1P.001		Блок зубчатых колес	1	Сталь 40X
2	1P.002		Вал шлицевый	1	Сталь 40X
3	1P.003		Рычаг	1	Ст 20
4	1P.004		Валик	1	Ст 5
5	1P.005		Ступица	1	Сталь 40X
6	1P.006		Стержень	1	Ст 5
7	1P.007		Ручка	1	Эбонит
8	1P.008		Диск-шайба	1	Сталь 45
9	1P.009		Пружина	1	Сталь 60Г2
10	1P.010		Ось	1	Ст5
11	1P.011		Камень	1	Сталь 40H
		<u>Пакульные изделия</u>			
12			Витр М6х1248 ГОСТ 17475	3	
13			Шпирит 316х20 ГОСТ 3128	1	
14			Шпирит 516х18 ГОСТ 3128	1	
15			Шпирит 516х65 ГОСТ 3128	1	

Рисунок 2.6 – Чертеж механизма

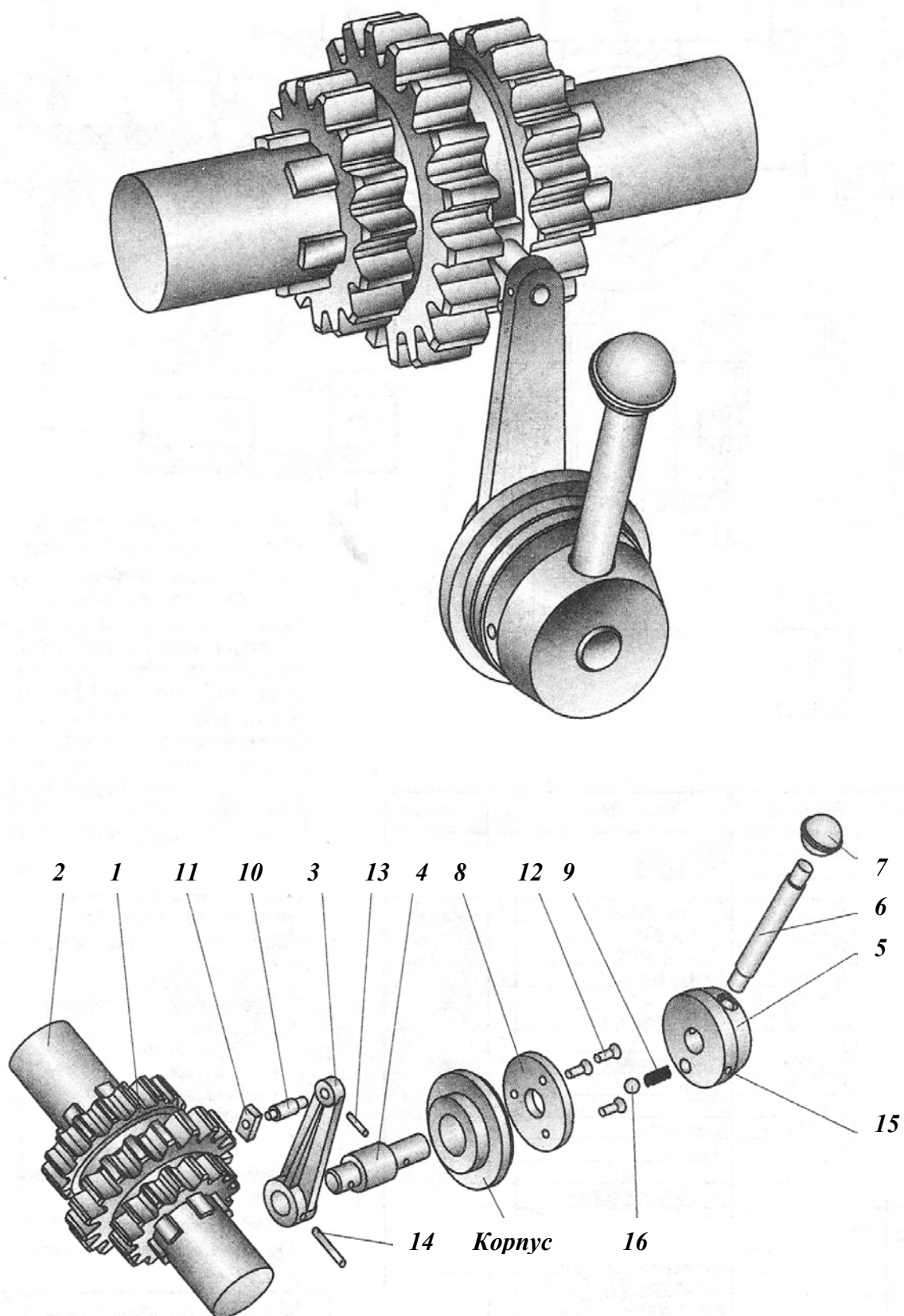


Рисунок 2.7 – Трехмерная модель механизма

Таблица 2.8 – Исходные данные для проектирования узла

Номер варианта	z_1	z_2	z_3	m , мм
1	28	36	32	2
2	26	38	30	3
3	20	30	26	2.5
4	30	42	22	3
5	23	40	30	3,5
6	25	35	20	4
7	29	40	33	4,5
8	40	52	36	5
9	37	47	29	6
10	33	37	30	7

Перечень используемого программного обеспечения: графические редакторы и САПР – Компас, SolidWorks, Photoview, Photoshop.

Порядок проведения работы

В процессе создания необходимо разработать модели всех элементов, входящих в состав механизма. Назначить материалы и цвета по желанию для всех деталей. Получить фотореалистичное изображение узла. В процессе сохранения изображения выбрать формат tiff с сохранением альфа-канала. Окончательно с помощью преподавателя обработать полученное изображение в программе Adobe Photoshop.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Компьютерная модель узла технологического оборудования.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего необходимо приложение к SolidWorks PhotoView 360?
- 2 Контурная и графическая визуализация в PhotoView 360.
- 3 Расфокусирование, его применение.
- 4 Что такое каустик?
- 5 Для чего необходима графическая визуализация?

3 Практическое занятие № 3. Переработка компьютерной модели узла технологического оборудования с учетом знаний о промышленном дизайне с получением фотореалистичного изображения

Цель работы: применение полученных знаний о промышленном дизайне; переработка компьютерной модели узла технологического оборудования.

Краткие теоретические сведения

В качестве примера приведем станок NEF 400, выпускаемый в настоящее время корпорацией «Гильдемайстер» (Gildemeister) (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Общий вид станка Gildemeister NEF 400

У станка нет острых углов и кромок, довольно приятный и эргономичный дизайн, везде имеют место плавные переходы.

Концепт современных станков с ЧПУ – отсутствие органов управления непосредственно на станке. Они все сосредоточены на пульте управления. Таким образом повышается как эффективность работы, так и ее безопасность. 20 лет назад данные станки имели совершенно иной вид (рисунок 3.2).

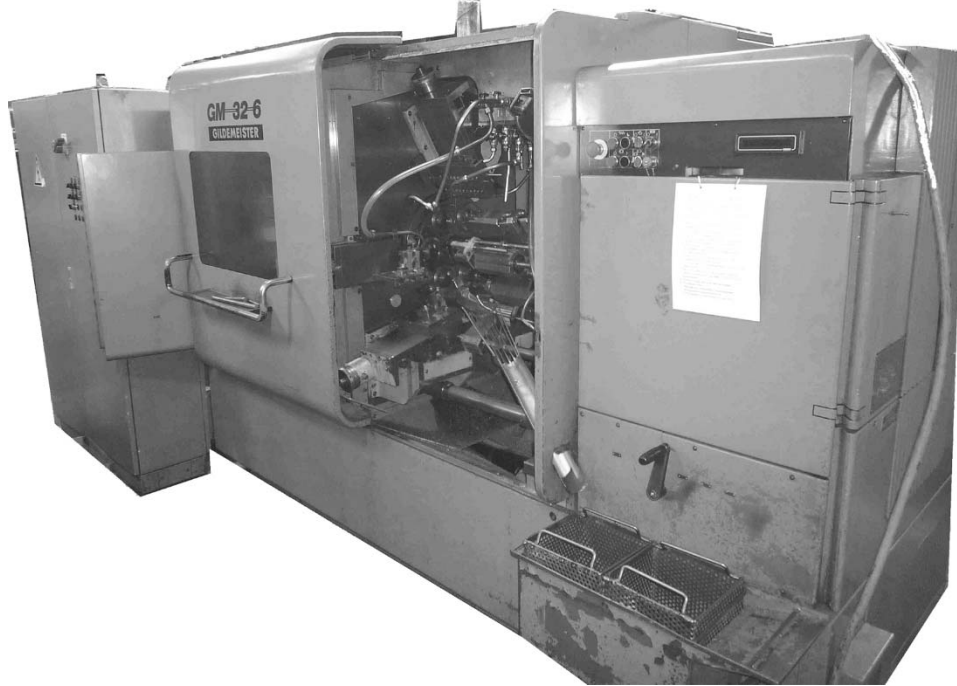


Рисунок 3.2 – Общий вид устаревшей модели станка

Задание

Самостоятельно переработать компьютерную модель узла технологического оборудования, разработанную на практическом занятии № 2. Предложить современную систему управления коробкой скоростей, разработать схему, при которой повышается эффективность управления с одновременным улучшением дизайна и эргономичности.

Перечень используемого программного обеспечения: графические редакторы и САПР – Компас, SolidWorks, Photoview, Photoshop.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Компьютерная модель узла технологического оборудования.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы современные тенденции в дизайне станков?
- 2 Имеют ли место новые технические решения при проектировании станков, какие?
- 3 Каким образом связаны эргономика и эффективность труда?
- 4 На основе визуального анализа станков в лаборатории найдите наиболее эргономичный.

4 Практическое занятие № 4. Эргономическая экспертиза инженерных решений станков

Цель работы: изучение общих эргономических требования к системам «человек – машина» (СЧМ); ознакомление с целью, содержанием и методами эргономического обеспечения при проектировании технических средств деятельности; изучение методов проведения эргономической экспертизы инженерных решений; ознакомление с нормативно-техническими документами по эргономическому обеспечению инженерных решений; проведение эргономической экспертизы конкретной модели станка (в соответствии с полученным заданием).

Краткие теоретические сведения

Разработка любого технического средства есть в то же время проектирование системы «человек – машина», поскольку любая машина, даже самая сложная, является техническим средством деятельности и представляет собой один из компонентов такой системы (ее техническое звено).

Эргономическое обеспечение при проектировании направлено на максимальное согласование технической части системы (машины) с возможностями и особенностями человека. Оно основывается на эргономических требованиях, которые определяются свойствами человека-оператора и устанавливаются с целью оптимизации его деятельности. При этом под свойствами человека-оператора понимают его антропометрические, физиологические, психофизиологические и психологические характеристики и возможности.

Антропометрические требования направлены на учет в конструкции машины размеров и формы тела человека; физиологические – его силовых и скоростных возможностей; психофизиологические – характеристик органов чувств человека по приему информации; психологические – особенностей и возможностей внимания, памяти и мышления человека.

Эргономическое обеспечение создания и эксплуатации технических средств имеет целью придать им свойства для наиболее эффективного функционирования системы «человек – машина» при минимальном расходе ресурсов человека и максимальной его удовлетворенности содержанием и условиями труда, что проявляется в сокращении времени профессиональной подготовки человека для работы в данной системе, уменьшении вероятности профессиональных заболеваний или травм, снижении уровня физиологического и психологического напряжения.

Эргономическое обеспечение является обязательным на всех этапах опытно-конструкторских работ, создании новых или модификации существующих изделий машиностроения, приборостроения, товаров культурно-бытового назначения и т. д.

Эргономическая экспертиза инженерных решений – это комплекс научно-технических и организационно-методических мероприятий по оценке выполнения в проектных документах и в образцах СЧМ эргономических требований

технического задания, нормативно-технических и руководящих документов, а также разработка рекомендаций для устранения отступлений от этих требований. Она проводится при обосновании выполнения каждого этапа опытно-конструкторской разработки: технического предложения, эскизного проекта, рабочего проекта. Ее материалы – акт либо протокол – включаются в документы, представляемые на защиту проекта.

Цель экспертизы – повышение эффективности функционирования СЧМ и удобства работы в ней оператора путем контроля за выполнением в проектных, конструкторских и эксплуатационных документах или опытных образцах СЧМ требований, основанных на учете характеристик технической части системы, человека-оператора и их взаимодействия.

Исходными материалами для эргономической экспертизы служат техническое задание на разработку системы, конструкторские документы, образцы системы «человек – машина – среда» и их составные части.

На всех этапах проектирования оценивается степень соответствия системы эргономическим требованиям и при необходимости разрабатываются рекомендации по корректировке конструкторской документации опытного образца.

Эргономические требования к СЧМ направлены на повышение эффективности деятельности и сохранения здоровья оператора (или группы операторов) за счет оптимизации:

- структуры взаимодействия оператора и технических средств деятельности, а также операторов между собой;
- физической, информационной, психологической и умственной нагрузок на оператора;
- условий деятельности, поддержания и восстановления здоровья и работоспособности операторов;
- уровня профессиональной подготовки операторов.

Номенклатура основных эргономических требований приведена в таблице 4.1, а соответствующие нормативно-технические документы указаны в таблице А.1.

Содержание работ по эргономическому обеспечению при проектировании СЧМ. Содержание работ по эргономическому обеспечению зависит от этапа проектирования СЧМ. Эргономическое обеспечение на различных этапах проектирования представлено в таблице 4.2.

При этом на всех этапах проектирования в процессе эргономического обеспечения СЧМ проводится обязательная эргономическая экспертиза принимаемых инженерных решений.

Результаты эргономической разработки должны быть представлены в виде графических и текстовых материалов, содержащих эргономическое решение объекта разработки, эргономические требования к нему и их обоснование.

Результаты эргономической экспертизы представляются в форме экспертного заключения (акта или протокола).

Таблица 4.1 – Номенклатура основных эргономических требований к СЧМ

Группа требований	Подгруппа требований
1 Требования к организации СЧМ	Распределение функций между оператором (операторами) и техническими средствами. Квалификация операторов. Численность операторов и распределение функций между ними
2 Требования к организации деятельности оператора	Алгоритм деятельности оператора (операторов). Информационные модели. Эксплуатационная документация
3 Требования к техническим средствам деятельности оператора	Конструкция и компоновка рабочего места оператора. Взаимное расположение рабочих мест и средств отображения информации коллективного пользования. Форма, расположение, размеры приборных панелей и пультов управления. Обзорность приборных панелей и пультов управления. Достигаемость органов управления. Размещение и группирование элементов приборных панелей и пультов управления. Средства отображения информации (визуальной, акустической, тактильной). Органы управления. Кресло оператора. Оборудование на рабочем месте. Инструмент
4 Требования к формированию и поддержанию работоспособности операторов	Организация обучения и тренировки оператора (операторов). Организация профессионально-психологического отбора операторов. Комплектование коллектива операторов. Режим труда и отдыха оператора (операторов). Аппаратура обучения и тренировки операторов. Аппаратура контроля функционального состояния операторов
5 Требования к обитаемым помещениям	Форма и объём помещения. Элементы помещения, обеспечивающие вход и выход из него, а также перемещение по нему (двери, люки, трапы, лазы и др.)
6 Требования к факторам внешней среды	Физические, химические, биологические и социально-бытовые факторы

Следует учитывать, что многочисленность, а порой неопределенность и противоречивость ограничений, с которыми сталкивается конструктор, не позволяют ему однозначно выбрать рациональный вариант реализации эргономических требований. Поэтому принимаемые им технические решения не всегда полностью учитывают эти требования и носят компромиссный характер. Следовательно, задача выбора рационального варианта эргономических требований

в конкретных случаях довольно часто сводится к минимизации негативных последствий компромиссов в технических решениях, связанных с их реализацией.

Эргономическая экспертиза проводится при обосновании выполнения каждого этапа опытно-конструкторской разработки, при этом она как бы даёт оценку эргономической стороне разработки.

Для осуществления эргономической экспертизы составляется программа, в разделах которой указываются ее объект, цель, общие положения, объём, условия и порядок проведения, отчётность.

Объектом экспертизы могут быть образец СЧМ, его составные части, чертежи лицевых панелей и внешнего вида пультов управления, организации деятельности оператора (по описанию в пояснительной записке к проекту либо в инструкции по эксплуатации).

Общие положения описывают критерии принятия решения и выбранный метод экспертизы, указывают используемую нормативно-техническую документацию.

Объём определяется перечнем проверяемых эргономических требований, количеством проверок, осуществляемых экспертами, объёмом выполняемых расчетов.

Условия и порядок проведения экспертизы устанавливают место и время ее проведения, состав группы экспертов, требования к вспомогательному оборудованию.

Раздел «Отчетность» содержит документы, составленные по результатам экспертизы: акт, протокол, заключение. В акте эргономической экспертизы указываются: название системы «человек – техника – среда», стадия разработки, объект экспертизы, исходные материалы, цель экспертизы; обязательно должны быть приведены перечень отступлений от эргономических требований и рекомендации по их устранению. Заканчивается акт общей оценкой эргономичности объекта (в количественной либо качественной форме). Акт эргономической экспертизы утверждается руководителем предприятия и включается в состав технической документации к системе «человек – техника – среда».

Методы и средства проведения эргономической экспертизы. Для оценки степени соответствия характеристик конкретной СЧМ эргономическим требованиям могут применяться экспериментальные, расчётные и экспертный методы.

Таблица 4.2 – Эргономическое обеспечение на различных этапах проектирования

Эргономическое обеспечение	Этап проектирования				Опытный образец
	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект		
Содержание эргономической разработки и эргономической экспертизы	Распределение функций в СЧМ, разработка укрупнённых алгоритмов работы человека, конкретизация и реализация в проектах ориентировочных эргономических требований. Эргономическая экспертиза вариантов проекта	Уточнение алгоритмов работы и эргономических требований по результатам исследований в лабораторных и производственных условиях. Предварительная оценка степени реализации эргономических требований	Окончательное распределение функций в СЧМ и разработка детальных алгоритмов работы человека, реализация окончательных эргономических требований. Оценка степени реализации окончательных эргономических требований		Эргономический анализ и оценка изделия в условиях эксплуатации с целью определения степени реализации эргономических требований. Предложения по совершенствованию изделия для серийного выпуска. Разработка эргономических требований к инструкциям по эксплуатации и обслуживанию
Объекты эргономической экспертизы	Требования ТЗ на СЧМ, чертежи общего вида, результаты поисковых НИР и ОКР	Техническое предложение на СЧМ, эргономические требования, эскизы, пояснительная записка	Комплект технической документации по частным техническим решениям. Проекты рабочих чертежей и эксплуатационной документации		Опытный образец и комплект рабочей документации на него
Форма представления результатов эргономической экспертизы	Экспертное заключение (акт, протокол)				
Методы проведения эргономической экспертизы	Экспертная оценка. Экспериментальные исследования				
Количественное выражение результатов эргономической экспертизы	Нет необходимости		Эргономические показатели качества: интегральный групповой единичный		
Форма представления результатов эргономической разработки	Эргономические схемы и модели. Пояснительная записка	Эргономические проекты вариантов, схемы. Пояснительная записка	Окончательный эргономический проект эргономическая схема. Записки общего проекта		

Экспериментальный метод основан на использовании специальной аппаратуры и методик, позволяющих объективно оценить степень соответствия СЧМ эргономическим требованиям (например, по изменению показателей функционального состояния человека-оператора, по количеству допущенных ошибок и т. п.). Данный метод даёт надёжные результаты, но его реализация связана с трудностями, т. к. требует значительных затрат времени и средств.

Расчетный метод позволяет определить значения эргономических показателей качества СЧМ в зависимости от ее параметров на основе использования теоретических или эмпирических выражений. На сегодняшний день теоретико-эмпирические зависимости между параметрами СЧМ и эргономическими показателями качества практически не разработаны, что существенно затрудняет применение данного метода.

Экспертный метод в настоящее время является наиболее распространенным. Его сущность заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа с количественной оценкой суждений и обработкой результатов, при этом достоверность экспертизы зависит от количества экспертов и их квалификации. Рекомендуемый состав группы экспертов – 7–10 человек.

Степень соответствия СЧМ эргономическим требованиям оценивается величиной эргономического показателя качества. При этом различают единичный, групповой и обобщенный эргономические показатели качества. Выполнение или невыполнение каждого отдельного эргономического требования оценивается единичным показателем, результат объединения оценок по группе единичных показателей – групповым, а результат объединения всех групп показателей – обобщенным (интегральным).

Группы единичных эргономических показателей могут формироваться по различным принципам. Для практического применения наиболее удобен подход, когда группы формируются в соответствии с основными этапами эргономической оценки, т. е. оценки:

- организации рабочего места в соответствии с антропометрическими данными операторов;
- средств отображения информации (СОИ) с точки зрения соответствия их возможностям человека по восприятию информации;
- органов управления (ОУ) с точки зрения их соответствия эргономическим требованиям;
- соответствия компоновки средств отображения информации и органов управления эргономическим требованиям;
- рабочего места с точки зрения гигиенических показателей производственной среды.

Единичные эргонометрические показатели оцениваются по бинарной шкале. Они принимают значение, равное 1, если фактическое значение показателя соответствует рекомендуемому, и равное 0, если оно ему не соответствует.

Групповой эргономический показатель рассчитывается как общая оценка по группе единичных показателей следующим образом:

$$\text{Оц.гр.} = \frac{\text{Сумма1}}{\text{Сумма1} + \text{Сумма0}},$$

где Сумма1 – суммарное число случаев, когда имеет место соответствие единичных показателей эргономическим требованиям;

Сумма0 – суммарное число случаев, когда соответствия нет.

Очевидно, что Сумма1 + Сумма0 – это общее число единичных показателей в группе, поэтому групповой эргономический показатель изменяется в пределах $0 \leq \text{Оц.гр.} \leq 1$, имеет смысл эмпирической вероятности и служит мерой соответствия характеристик СЧМ эргономическим требованиям данной группы.

Рекомендуемые значения единичных эргономических показателей устанавливаются на основе действующих нормативно-технических документов.

Для удобства проведения эргономической оценки по отдельным группам показателей могут быть составлены перечни эргономических показателей качества СЧМ.

Полученное значение группового эргономического показателя оценивается с учетом следующей градации:

- 0,8–1,0 – «отлично» – эргономические характеристики изделия соответствуют базовым значениям;
- 0,5–0,8 – «хорошо» – приближаются к базовым, но требуется совершенствование изделия;
- 0,2–0,5 – «удовлетворительно» – далеки от базовых, требуется значительное улучшение изделия;
- 0–0,2 – «неудовлетворительно» – практически не обеспечивается необходимая производительность, удобство и безопасность труда человека-оператора.

После такой общей оценки производится анализ единичных показателей, значения которых не соответствуют эргономическим требованиям (получили «нулевые» оценки), и намечаются мероприятия по рационализации оцениваемого изделия.

Обобщенный эргономический показатель качества определяется как среднеарифметическое значение групповых показателей, а его величина оценивается по такой же шкале градаций.

Задание

Провести эргономическую оценку станка или узла технологического оборудования (по заданию преподавателя) и составить акт эргономической экспертизы.

Перечень используемого оборудования: виртуальный имитатор клавиатуры ЧПУ.

Порядок проведения работы

1 Ознакомиться со станком, предложенным преподавателем для эргономической оценки, и правилами работы оператора с ним.

2 Составить алгоритм работы оператора со станком при выполнении конкретной технологической операции и оформить его в виде таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Алгоритм работы оператора

Номер операции	Действие с органами управления	Обращение к средствам отображения информации
1	Тумблер «Сеть» установить в положение «Вкл»	Проверить, загорелась ли лампочка «Питание»
...

3 На основе анализа алгоритма работы оператора определить число обращений к конкретным органам управления (ОУ) и средствам отображения информации (СОИ) в процессе работы с прибором.

При этом необходимо анализировать алгоритм полного цикла работы с прибором (т. е. операции от включения станка до его выключения).

Результаты анализа оформить в виде таблицы 4.4.

Таблица 4.4 – Число обращений к ОУ и СОИ

Номер	Вид ОУ или СОИ	Число обращений

4 На основе данных таблицы 4.4 и анализа алгоритма работы оператора проклассифицировать ОУ и СОИ по следующим критериям:

- важности;
- частоте использования;
- прецизионности.

При этом частоту использования принимают: «очень часто» – две (и более) операции в минуту; «часто» – менее двух операций в минуту, но более двух операций за полный цикл работы; «редко» – не более двух операций за полный цикл работы.

5 Ознакомиться с перечнем эргономических показателей качества и требований к ним.

6 Сопоставляя требования перечня с характеристиками оцениваемого станка, выбрать те показатели, которые, по мнению эксперта, должны быть учтены при оценке данного станка. Составить перечень этих показателей.

7 Исследовать оцениваемый станок для получения фактических значений выбранных показателей. Сопоставить фактические значения показателей с рекомендуемыми и выставить частные оценки: «1», если фактическое значение

показателя соответствует рекомендуемому, и «0», если оно ему не соответствует. Результаты оценки представить в виде таблицы 4.5.

Таблица 4.5 – Результаты оценки компоновки СОИ и ОУ

Номер показателя	Частная оценка	Замечание и рекомендация
1.1	1	
1.3	0	
...	...	

8 Подготовить акт экспертной эргономической оценки компоновки СОИ и ОУ прибора.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Алгоритм работы оператора со станком при выполнении конкретной технологической операции (см. таблицу 4.3).
- 3 Результаты анализа (см. таблицу 4.4).
- 4 Результаты оценки компоновки СОИ и ОУ (см. таблицу 4.5).
- 5 Акт экспертной эргономической оценки компоновки СОИ и ОУ прибора.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое эргономические требования к СЧМ?
- 2 Назовите основные группы эргономических требований.
- 3 Что такое «эргономическая экспертиза» и какова ее цель?
- 4 На каких этапах проектирования проводится эргономическая экспертиза и что является ее объектом?
- 5 Назовите основные методы проведения эргономической экспертизы.
- 6 Что такое «единичный», «групповой» и «обобщенный» эргономические показатели качества?
- 7 Какие документы оформляются по результатам проведения эргономической экспертизы?
- 8 Какие нормативно-технические документы используются при проведении эргономической экспертизы?

Список литературы

- 1 **Коротеева, Л. И.** Основы художественного конструирования: учебник / Л. И. Коротеева, А. П. Яскин. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 304 с.
- 2 **Гончаров, П. Э.** Техническая эстетика и эргономика при проектировании машин и оборудования: учеб. пособие / П. Э. Гончаров, И. К. Лукина, М. В. Драпалюк. – Воронеж: ВГЛТУ им. Г. Ф. Морозова, 2016. – 70 с.
- 3 **Берлинер, Э. М.** САПР конструктора-машиностроителя / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. – М.: Форум; ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
- 4 **Мюррей, Д.** SolidWorks 2003 / Д. Мюррей. – М.: Лори, 2005. – 712 с.
- 5 **Шам, Т.** Эффективная работа: SolidWorks 2004 SolidWorks for Designers / Т. Шам. – СПб.: Питер, 2005. – 768 с.
- 6 **Прохоренко, В. П.** SolidWorks. Практическое руководство / В. П. Прохоренко. – М.: Бином-Пресс, 2004. – 448 с.
- 7 **Дударева, Н. Ю.** SolidWorks 2007 на примерах / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 528 с.
- 8 **Solidworks.** Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
- 9 **Кочегаров, Б. Е.** Промышленный дизайн: учеб. пособие / Б. Е. Кочегаров. – Владивосток: ДВГТУ, 2006. – 297 с.
- 10 **ССБТ.** Оборудование производственное. Общие эргономические требования: ГОСТ 12.2.049–80. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.

Приложение А (обязательное)

Таблица А.1 – Эргономические показатели для экспертной оценки компоновки средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ)

Наименование показателя и условие его применения	Оценка
1	2
<i>1 Расположение ОУ в зонах моторного поля человека</i>	
1.1 Все ОУ расположены: в пределах зоны досягаемости иначе	1 0
1.2 Наиболее важные и часто используемые ОУ расположены: в пределах зоны оптимальной досягаемости иначе	1 0
1.3 Основной ОУ расположен: напротив правого плеча в основной рабочей позе иначе	1 0
1.4 Аварийные ОУ расположены: в легко доступных местах за пределами зоны оптимальной досягаемости иначе	1 0
1.5 Второстепенные и периодически используемые ОУ расположены: за пределами зоны оптимальной досягаемости, но в пределах зоны досягаемости иначе	1 0
1.6 ОУ, применяемые только для технического обслуживания и регулировки, размещены: отдельно от рабочих ОУ или изолированы от человека – оператора во время основ- ной работы иначе	1 0
1.7 ОУ, функционально связанные между собой: объединяются в группы и выделяются типом, формой, цветом, размером, ин- тервалом, обводкой, расположением в разных плоскостях иначе	1 0
1.8 Функционально однородные ОУ располагаются: единообразно на панелях пульта одной системы иначе	1 0
1.9 Расположение ОУ: способствуют поддержанию рациональной рабочей позы (выпрямленный кор- пус, исключение частых наклонов туловища, поворотов головы и т. п.) не способствует этому	1 0
1.10 Разъёмы, гнезда для подключения различных внешних устройств размещены: так, чтобы не затруднять оператору работать с ОУ и СОИ (т. е. не на передней панели) иначе	1 0

Продолжение таблицы А.1

1	2
<i>2 Организация рабочих движений оператора</i>	
2.1 ОУ размещены так, что, работая с ними, действия оператора: осуществляются слева направо и сверху вниз иначе	1 0
2.2 ОУ размещены: так, что обе руки оператора нагружены равномерно иначе	1 0
2.3 Расстояние между соседними ОУ тем меньше: чем чаще в процессе работы требуется переходить с одного из них на другой иначе	1 0
2.4 ОУ размещены: так, что обеспечивается соответствие их расположения последовательности и частоте выполнения операций иначе	1 0
2.5 ОУ размещены: так, что обеспечивается соответствие их расположения требуемым усилиям и направлению перемещения иначе	1 0
2.6 ОУ размещены: так, что исключается возникновение ненужных статических напряжений иначе	1 0
2.7 Последовательно используемые ОУ размещены: так, что работа с ними не вызывает необходимости попеременно поднимать и опускать руки или часто наклоняться иначе	1 0
2.8 ОУ для одновременной работы обеими руками размещены: так, чтобы, манипулируя ими, руки оператора не перекрещивались иначе	1 0
2.9 ОУ, случайно переключение которых нежелательно, размещены: так, что вероятность этого уменьшена рациональной компоновкой или при- менением специальных фиксаторов иначе	1 0
2.10 ОУ, требующие точных движений рук оператора, размещены: так, что движения осуществляются в горизонтальной плоскости иначе так, что движения осуществляются на расстоянии 15...35 см от средней ли- нии тела иначе так, что амплитуда движений в локтевом суставе составляет 50...80 град иначе так, что движения осуществляются при наличии ориентира иначе	1 0 1 0 1 0 1 0
2.11 ОУ расположены: так, что движения рук оператора осуществляются по плавным, круговым, симметричным траекториям иначе	1 0

Продолжение таблицы А.1

1	2
<i>3 Расположение СОИ в информационном поле</i>	
3.1 Все СОИ размещены: так, что доступны зрительному контролю иначе	1 0
3.2 Наиболее важные СОИ и СОИ для точного считывания: размещены в оптимальной зоне информационного поля иначе	1 0
3.3 Лицевые поверхности СОИ расположены: с отклонением не более 45 град от плоскости, перпендикулярной нормальной линии взора оператора иначе	1 0
3.4 СОИ размещены: в соответствии с последовательностью их использования иначе	1 0
3.5 СОИ, функционально связанные между собой: объединяются в группы и выделяются компоновкой или конструктивными особенностями размещаются иначе	1 0
3.6 Функционально однородные СОИ располагаются: единообразно на панелях пульта одной системы иначе	1 0
3.7 СОИ и связанные с ними ОУ размещаются: так, чтобы рука оператора, манипулирующего ОУ, не закрывала СОИ иначе	1 0
3.8 Второстепенные и периодически используемые СОИ размещаются: не в оптимальной зоне информационного поля иначе	1 0
3.9 СОИ, расположенные в ряд, скомпонованы: так, что наиболее важный прибор находится в центре ряда иначе	1 0
<i>4 Совместное расположение СОИ и ОУ</i>	
4.1 Перемещение приводного элемента ОУ и изменение показаний СОИ, связан- ного с ним: учитывает стереотипы движений: поворот по часовой стрелке, перемещение вправо или вверх не учитывает	1 0
4.2 Аварийные ОУ: имеют особенности, позволяющие опознать их не только зрительно, но и тактильно не имеют	1 0
4.3 Функциональные группы СОИ и ОУ, используемые для наиболее важных опе- раций: выделяются на панелях контрастирующей обводкой не выделяются	1 0
4.4 Движение ОУ вперёд (т. е. от оператора) вверх, вправо или по часовой стрелке: соответствует положению «Включено» не соответствует	1 0

Продолжение таблицы А.1

1	2
4.5 Наиболее важные ОУ и СОИ: выделяются формой, цветом, размером не выделяются	1 0
4.6 Стрелочные СОИ, расположенные в одном ряду: имеют одинаковое направление перемещения стрелок не имеют	1 0
4.7 Характер движений при регулировке и управлении ОУ: является однотипным в пределах всей системы не является	1 0
4.8 Все ОУ: имеют указания направления движения и положения (непосредственные или опосредованные) не имеют	1 0
4.9 Надписи над обозначаемыми элементами: расположены однообразно иначе	1 0
4.10 Надписи, расположенные на пульте (панели) управления: читаются слева направо иначе	1 0
4.11 В надписях на панели управления: используются только стандартные сокращения иначе	1 0
4.12 Надписи и знаки пульта (панели) управления: выполнены с использованием одного вида контраста (прямого или обратного) иначе	1 0
4.13 При наличии шести и более СОИ: они размещены в два ряда иначе	1 0
4.14 При группировке СОИ горизонтальными или вертикальными рядами: число рядов не превышает 5–6 иначе	1 0
4.15 При расположении рядом однородных СОИ: расстояние между ними составляет не менее 40 мм иначе	1 0
4.16 Поворотные позиционные переключатели: располагаются по правую руку иначе	1 0
4.17 Начальные положения однотипных приводных элементов поворотных переключателей: ориентированы одинаково на панели иначе	1 0
4.18 Расстояние между приводными элементами поворотных переключателей: составляет не менее 20 мм при работе одной рукой иначе составляет не менее 70 мм при работе двумя руками иначе	1 0 1 0

Окончание таблицы А.1

1	2
4.19 Надписи, обозначения функций поворотных переключателей: не размещаются на их приводных элементах иначе	1 0
4.20 Надписи, обозначающие функции ОУ: размещаются в непосредственной близости от их приводных элементов иначе размещаются так, что во всех случаях приводные элементы не мешают их чтению иначе	1 0 1 0
4.21 Расстояние между приводными элементами тумблеров, размещённых в ряд: составляет не менее 19 мм иначе составляет не менее 25 мм, если ряд размещён вглубь панели иначе	1 0 1 0
4.22 Расстояние между осевыми линиями тумблеров и другими элементами управления: составляет не менее 25 мм иначе	1 0
4.23 Расстояние между кнопочными и клавишными выключателями и переключателями и другими ОУ: составляет не менее 15 мм иначе	1 0
4.24 Расстояние между краями круглых поворотных ручек: составляет не менее 30 мм при работе одной рукой иначе составляет не менее 70 мм при работе двумя руками иначе	1 0 1 0
4.25 Расстояние между смежными краями ползунковых переключателей: составляет не менее 10 мм иначе	1 0