

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт международного образования и языковой коммуникации
Направление подготовки: 12.03.01 «Приборостроение»
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

УДК621.9.06-75.004.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б20	Чжан Сяолян		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ФМПК	Мойзес Борис Борисович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Конотопский В.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Кырмакова О.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК	Суржиков А.П.	д.ф.-м.н., профессор		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОК-14, ПК-1,6,7,8,10,11,12,13,17,23, 24,27), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-5,18,31,32), Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК-1,2,8,11,12, ПК-2,9), Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе	Требования ФГОС (ПК-3,4,9,16,22,26), Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции	Требования ФГОС (ПК-33), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-13), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-9), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С.
Английский язык	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Мойзес Б.Б	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б20	Чжан Сяолян		

Реферат

Диссертация содержит 88 страниц, 22 рисунка, 9 таблиц, 17 источников, 2 приложения.

Целью работы является разработка метода вибрационной диагностики металлорежущего оборудования.

Объектом разработки программно-аппаратный комплекс для проведения вибродиагностики. Предмет исследования – процесс проведения вибродиагностики.

В процессе работы были рассмотрены различные программно-аппаратные комплексы для проведения вибрационной диагностики.

Сделаны предложения по модернизации существующего мобильного комплекса «Виброрегистратор-Ф».

Разработана методика проведения вибродиагностики модернизированным комплексом.

Был проведен эксперимент по апробации модернизированного комплекса.

В результате методика подтвердила эффективность применения модернизированного комплекса.

На основе полученных данных сделаны выводы о достижении цели поставленной в данной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ.....	12
1.1. Постановка задачи вибродиагностики.....	12
1.1.1. Параметры вибрации	12
1.1.2. Оценка работоспособности	13
1.1.3. Измерение вибрации	15
1.1.4. Техническая диагностика	16
1.1.5. Методы диагностирования.....	20
1.1.6. Схемы и устройства измерения жесткости	22
1.1.7. Мобильные диагностические комплексы.....	25
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	28
3.1. Составление перечня работ.....	28
3.2. Определение трудоемкости работ	28
3.3. Построение графика работ	31
3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	32
3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ	32
3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ	34
3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей	34
3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	35
3.4.5. Накладные расходы	35
3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	35
3.4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования.	36
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	40
Введение.....	40
4.1. Техногенная безопасность	40
4.1.1. Микроклимат рабочей зоны.....	41
4.1.2. Шумы.....	42
4.1.3. Освещение на рабочем месте.....	43
4.1.4. Анализ опасных факторов производственной среды.....	46
4.2. Региональная безопасность.....	48

4.2.1 Защита атмосферы	48
4.2.2 Защита гидросферы.....	51
4.2.3 Защита литосферы.....	54
4.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	55
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	61

ВВЕДЕНИЕ

Развитие научно технического прогресса определяет постоянно возрастающие требования, предъявляемые к технологическому оборудованию, в частности к станочному. Перечень требований, среди которых возможность высокопроизводительной обработки современных материалов при сохранении требуемой точности, надежности с учетом технической и экологической безопасности операторов, обуславливает тенденции развития конструкций станков, основными из которых являются

- повышение производительности за счет:
 - повышения уровня автоматизации – применение числового программного управления (ЧПУ);
 - совмещения операций во времени и одновременная обработка в нескольких шпинделя;
 - концентрации технологических операций на одном станке;
 - интенсификации режимов резания и применение комбинированного инструмента;
- повышение точности обработки на станках посредством:
 - применения датчиков линейных и угловых перемещений с высокой разрешающей способностью в режиме обратной связи;
 - применения устройств компенсации кинематических погрешностей элементов привода (ходовых винтов, зубчатых передач и т.д.);
 - активного контроля погрешностей готовых изделий с автоматической подналадкой станка;
 - снижения влияния температурных деформаций на погрешность обработки

и т.д.

- повышения гибкости станков – способности оборудования к быстрой переналадке на изготовление различных изделий. Основой значительного повышения гибкости стало применение систем ЧПУ типа CNC, которые позволяют сократить как основное время (время обработки заготовок), так

вспомогательное (смена заготовки и инструмента) и время переналадки оборудования для обработки заготовок других партий.

- повышение надежности работы станков за счет различных мероприятий, таких как:
 - повышением надежности каждого компонента станка (систем ЧПУ, программируемых контроллеров, приводов и других элементов);
 - встраиванием в станок подсистем автоматического диагностирования и индикации функционирования узлов и механизмов, а также станка в целом;
 - применением высокоэффективных и надежных устройств смазывания трущихся пар, использованием самосмазывающихся подшипников;
 - применением эффективных систем подачи, сепарирования и фильтрации смазочно-охлаждающих технологических средств для отвода тепла из зоны резания, а также для смывания и транспортирования стружки.

Ориентирование на данные тенденции в создании станочного оборудования требует дальнейшего развития информационно-измерительных средств и технологий для диагностики технологического оборудования (ИИСиТ), как на стадии создания, так и в процессе эксплуатации [1, 2, 3].

На этапе создания станков средства ИИСиТ позволяют решать задачи отладки технологий изготовления и сборки высокоточных узлов оборудования, обеспечивающих точность и надежность на этапе эксплуатации.

Стадия создания станочного оборудования реализуется на предприятиях-изготовителях, поэтому для потребителей технологического оборудованием большой интерес представляет стадия эксплуатации оборудования.

На этапе эксплуатации ИИСиТ необходимы для надежного функционирования элементов технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» (СПИД) [2].

Одним из основных методов поддержания надежного функционирования элементов технологической системы является вибрационная диагностика –

диагностика, определяющая условия эксплуатации объекта, так и его техническое состояние, по результату анализа вибрационных диаграмм (временных и спектральных).

В отличие от других методов неразрушающего контроля, вибродиагностика позволяет контролировать изменения в состоянии технологической системы в процессе эксплуатации, причинами которых могут быть:

- неправильно подобранные режимы эксплуатации;
- чрезмерный износ инструмента;
- погрешности кинематической цепи;
- дефекты элементов привода

и т.д.

Вибрационная диагностика в зависимости от поставленных задач может проводиться при помощи диагностического комплекса:

- стационарного;
- мобильного.

Каждый из типов обладает своими достоинствами и недостатками, но стационарность первых ограничивает их применение для диагностики перемещаемого технологического оборудования, в том числе и металлообрабатывающего.

В связи с этим целью данной работы стала модернизация собственных разработок Томского политехнического университета (для увеличения конкурентоспособности), а также разработки методики проведения вибродиагностики под конкретные характеристики комплекса.

Общий принцип построения методики проведения вибродиагностики:

- определение целей вибродиагностики объекта:
 - подбор оптимальных режимов эксплуатации;
 - определение изношенных элементов системы СПИД

и т.д.

- выбор параметров вибрации:

- низкочастотная;
- среднечастотная;
- высокочастотная;
- настройка программного обеспечения диагностического комплекса под исследуемый объект;
- установка датчиков:
 - выбор направлений фиксации вибрации
 - выбор мест установки датчиков;
 - выбор способов крепления датчиков (акселерометров);
- вывод объекта на установившиеся режимы эксплуатации;
- регистрация показаний датчиков;
- обработка и анализ показаний;
- выводы.

Цель работы: модернизация существующего мобильного комплекса для вибродиагностики для повышения эффективности оценки виброустойчивости во время работы технологической системы и разработка методики исследования вибраций.

Задачи:

- изучение методов анализа технологической системы;
- изучение структуры мобильных вибродиагностических комплексов;
- разработка методики проведения виброиспытаний для оценки динамических характеристик системы станок-приспособления-инструмент-заготовка;
- подготовка и проведения эксперимента для апробации методики;
- сделать выводы по работе о степени достижения поставленных целей.

Объект разработки: метод вибрационной диагностики металлорежущего оборудования

Предмет исследования: процесс проведения вибрационной диагностики

1. АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1.1. Постановка задачи вибродиагностики

1.1.1. Параметры вибрации

Любое колебательное движение может быть представлено в виде совокупности простых гармоник и описано тремя параметрами:

- частотой f ;
- амплитудой (вибросмещением) S ;
- начальной фазой φ .

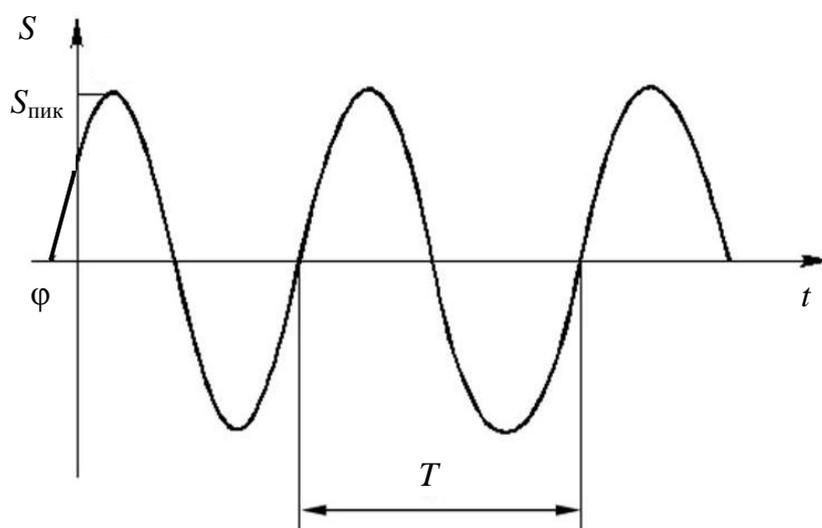


Рис. Форма и параметры гармонического колебания

Данные параметры между собой имеют определенные математические соотношения. При продольных колебаниях вдоль одной временной оси вибросмещение от исходного положения может быть описано формулой:

$$s(t) = S_{\text{пик}} \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi_0\right) = S_{\text{пик}} \sin(2\pi f t + \varphi_0) = S_{\text{пик}} \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где $\omega = 2\pi f$ – угловая частота;

$S_{\text{пик}}$ – пиковое (максимальное) смещение точки (тела) от исходного положения;

t – время.

Изменение смещения во времени называется виброскоростью движения точки (тела):

$$v = \frac{ds}{dt} = \omega S_{\text{пик}} \cos(\omega t + \varphi_0) = V_{\text{пик}} \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Изменение скорости движения точки (тела) во времени называется виброускорением:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{ds^2}{dt^2} = -\omega^2 S_{\text{пик}} \sin(\omega t) = -a_{\text{пик}} \sin(\omega t) = a_{\text{пик}} \sin(\omega t + \pi).$$

1.1.2. Оценка работоспособности

Оценка надежности функционирования как отдельных элементов технологической системы, так и ее в целом, является не только важным аспектом при эксплуатации системы с точки зрения обеспечения качества обработки, но и соблюдения безопасности операторов.

Данная оценка проводится через призму конкретных условий эксплуатации конкретного оборудования – действующих факторов, как объективных:

- износ различной природы и степени интенсивности;
- деформирование материала;
- усталостное разрушение материала

и т.д.,

так и субъективных:

- некачественное изготовление и монтаж элементов системы «СПИД»;
- работа на неправильно подобранных режимах
- несоблюдение регламента проведения работ по техническому обслуживанию.

Вопросами своевременного обнаружения неисправностей, дефектов, предсказания возможных поломок, занимается техническая диагностика – область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов, а под техническим диагностированием понимается определение технического состояния объектов [3].



Рисунок 1 – Структура технической диагностики

Две теории (рис. 1) связаны между собой практикой проведения диагностики (рис. 2), поэтому для решения конкретной задачи необходима детальный анализ условий эксплуатации объекта диагностики.



Рисунок 2 – Алгоритм проведения оценки работоспособности

1.1.3. Измерение вибрации

В процессе эксплуатации элементы технологической системы (металлообрабатывающего оборудования) под действием силовых воздействий получают вибрационные перемещения, которые на определенных частотах приводят к появлению резонанса, значительно влияющего на качество обрабатываемых поверхностей.

Эффективность диагностики определяется не только правильностью построения алгоритма (рис. 2), но и выбором средств измерения вибрации.

Для выбора средств диагностики рассмотрим структурную схему измерений (рис. 3).



Рисунок 3 – Обобщенная структурная схема измерения вибрации

Датчик преобразует механическую величину, например, в электрический сигнал. Основная функция преобразователя, кроме подключения каналов и управления ими, – оцифровка сигнала (функция АЦП). Средство регистрации и обработки, под которым в настоящее время понимается ЭВМ (ноутбук, персональный компьютер и т.д.), при помощи специального программно-математического обеспечения

В качестве датчиков для измерения вибраций используются пьезометрические и индукционные. Пьезометрические датчики – более эффективны из-за малых габаритов и массы, высокой вибропрочностью и термостойкостью.

Пьезометрический датчик (рис. 4) состоит из корпуса 1, в котором размещены два пьезоэлемента 6, разделенных токосъемной пластиной 3. В пьезоэлементе под влиянием механического напряжения создается разность потенциалов. Усилие на поверхности пьезоэлемента создается инерционной массой 2, поджатой упругим элементом 7.

Датчик закрепляется на исследуемом объекте в зависимости от исполнения при помощи магнита, клея или механического крепления. В данном случае – при помощи резьбового хвостовика 5. Сигнал поступает к проводнику 4.

1.1.4. Техническая диагностика

Основной целью диагностирования является определение технического состояния объекта. Существует три типа задач по определению состояния технических объектов (рис. 5).

В ходе технического диагностирования проводят:

- контроль технического состояния;
- поиск места и определение причин отказа (неисправности);
- прогнозирование технического состояния.

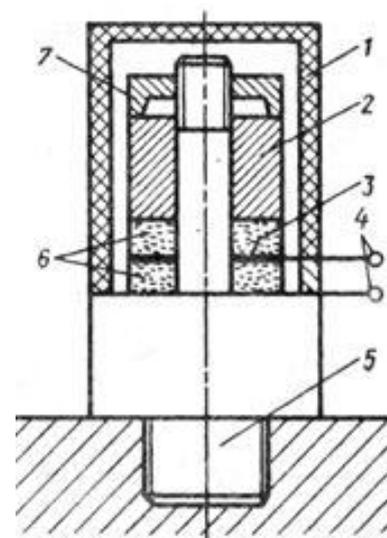


Рисунок 4 – Конструкция пьезометрического датчика
 1 – корпус; 2 – инерционная масса; 3 – токосъемная платина;
 4 – проводник;
 5 – резьбовой хвостовик;
 6 – пьезоэлементы; 7 – упругий элемент

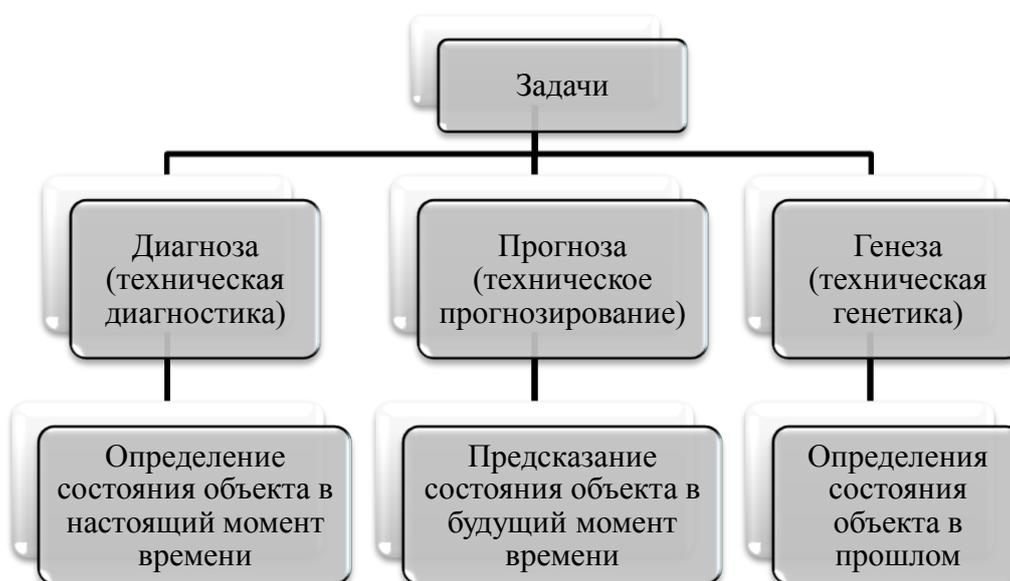


Рисунок 5 – Тип задач по определению состояния технических объектов

Опыт эксплуатации технологического оборудования и систем демонстрирует наличие естественных факторов и субъективных факторов, разрушающих конструктивные элементы оборудования. Примерами

естественных факторов могут стать:

- износ (механический, гидроабразивный, молекулярно-механический);
- эрозия и коррозия;
- деформирование материала (объемное, упругое);
- микротрещины, образовавшиеся в результате усталости материала;
- деструкция и релаксация металлов.

К субъективным относят:

- некачественное изготовление и монтаж технологического оборудования и систем;
- работа в режимах, приводящих к появлению нагрузок выше допустимых;
- несоблюдение регламента технического обслуживания и ремонта.

В связи с этим, применение методов технической диагностики направлено на своевременное обнаружение неисправностей и дефектов.

Структура технической диагностики приведена ниже (рис. 6).



Рисунок 6 – Структура технической диагностики

Две теории (рис. 6) связаны между собой практикой проведения диагностики (рис. 7), поэтому для решения конкретной задачи необходима детальный анализ условий эксплуатации объекта диагностики.

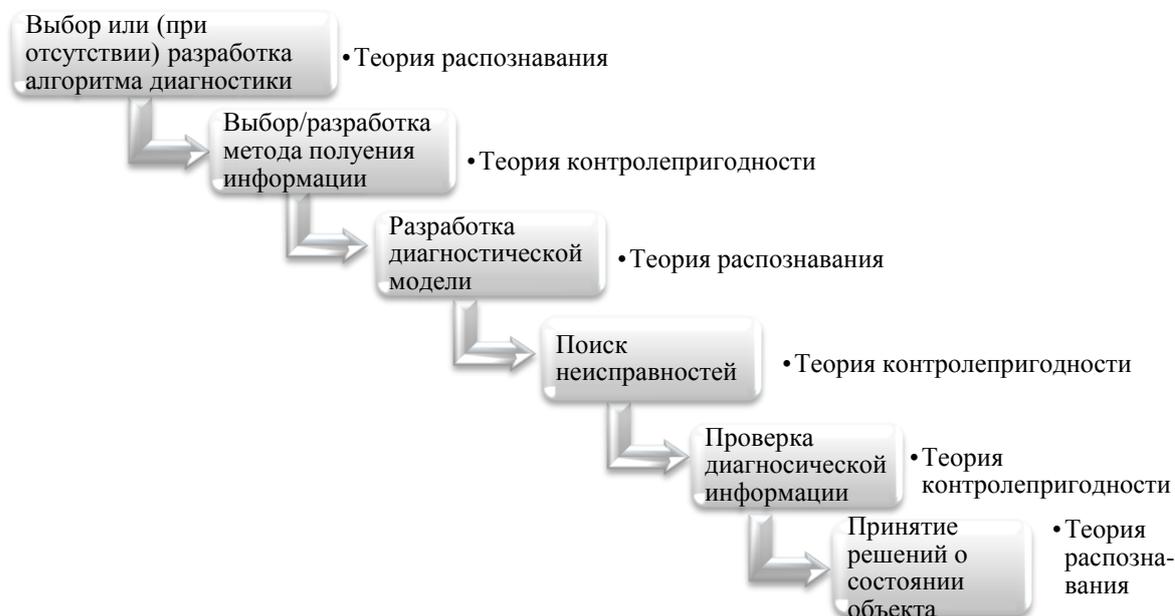


Рис. 7. Алгоритм проведения оценки работоспособности

Эффективность диагностики определяется не только правильностью построения алгоритма (рис. 7), но и выбором средств диагностики (измерения вибрации) (рис. 8).

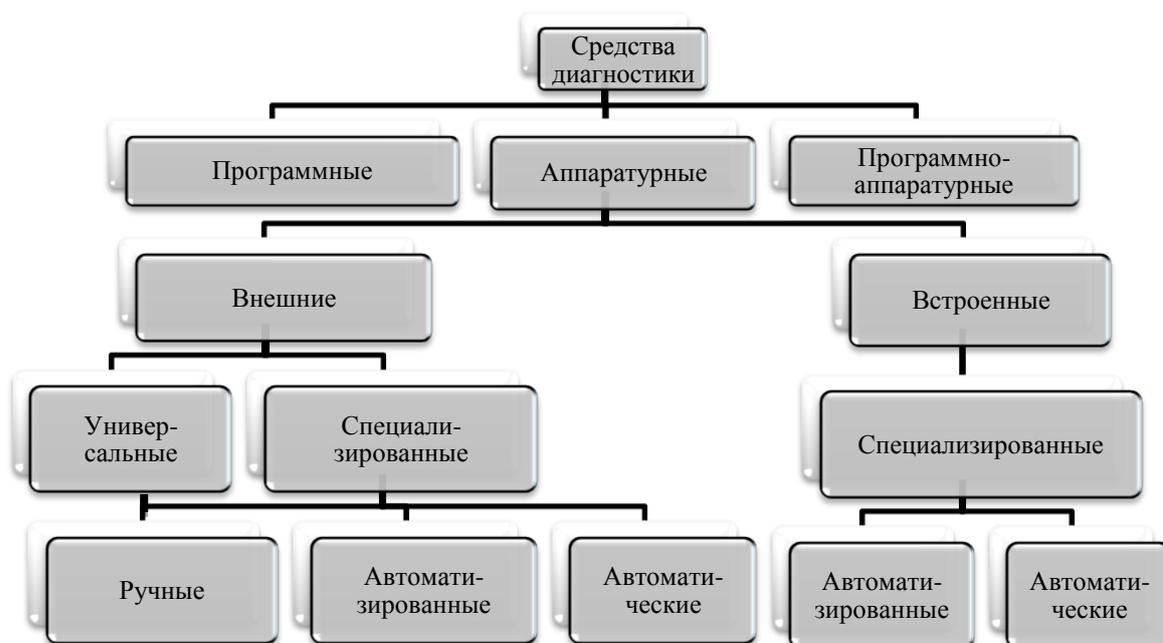


Рисунок 8 – Классификация средств диагностики

На эффективность организации процессов диагностики влияет наличие и объем объективных статистических данных:

- о вероятностях возникновения неисправностей;
- о средних затратах на обнаружение, поиск и устранение неисправностей.

Сбор таких данных требует применения надежно работающих аппаратных средств диагноза, обеспечивающих высокую точность измерений и автоматическое документирование данных.

В зависимости от типа объекта и решаемых задач используют диагностирование:

- тестовое – подача на объект специально организованных тестовых воздействий от средств диагностики и анализ соответствующих реакций при контроле работоспособности систем энергообеспечения, автоматики и телемеханики, исполнительных механизмов;
- функциональное – фиксация рабочих воздействий от самого объекта.

Например, при функциональном диагностировании гидравлического насоса в определенном режиме работы количественно измеряются и анализируются параметры функционирования машины: давление, потребляемая мощность, подача, вибрация, температура отдельных элементов и другие.

При условии невозможности поддержания фиксированных значений режимов работы объекта, диагностику проводят при меняющихся по случайному закону значений. Решение о продолжении эксплуатации принимают с учетом требований безопасности и последствий отказа, т.к., находясь в работоспособном состоянии, может быть неисправным по причине наличия дефектов: при трещине в вале ротора насоса он может долго выполнять заданные функции в соответствии с нормативно-технической документацией, но последствия выхода из строя могут повлечь серьезные последствия.

Достоверная оценка последствия отказа формируется полнотой технического диагностирования и глубиной поиска места неисправности.

1.1.5. Методы диагностирования

В зависимости от природы контролируемых параметров объектов контроля различают параметрические и физические методы (рис. 5).

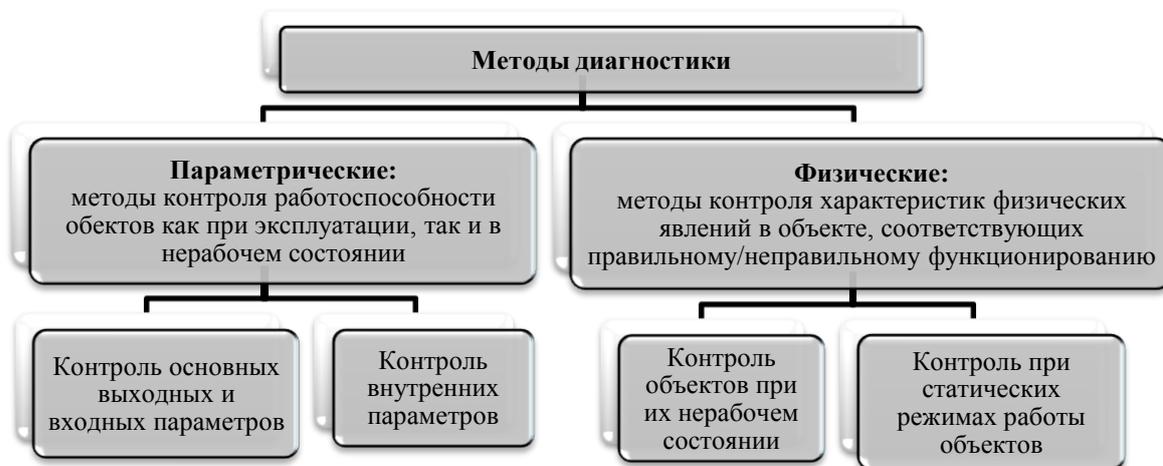


Рисунок 9 – Классификация средств диагностики

В нерабочих состояниях объекта контроль позволяет определить скрытые механические повреждения и дефекты (микротрещины, внутренние раковины, посторонние включения и т. д.). Для этих целей широко применяются магнитометрические, капиллярные, магнитные, токовихревые, ультразвуковые, радиолокационные и оптические методы.

Контроль объектов в рабочих состояниях направлен на выявление недопустимых износов и повреждений в сопряженных подвижных деталях механизмов, например, подшипниках. К таким методам относятся тепловые и акустические, методы статистической обработки случайных колебаний выходных параметров объектов контроля. Такой контроль осуществляется на стадиях ремонта металлообрабатывающего оборудования (МОО) или его отдельных деталей и узлов.

Решение задач диагностики в теоретическом направлении осуществляется выбор/разработка:

- логических моделей объектов диагностирования, которые отображают логические связи между распознаваемыми техническими состояниями и признаками состояний объектов;

- математических моделей объектов диагностирования, обеспечивают формальное описание взаимосвязей между техническими состояниями и их признаками.
- наиболее информативных методов оценки состояния оборудования.

На практике

- анализируется функционирование объекта с учетом изменений его контролируемых параметров при различных режимах эксплуатации;
- определяются рациональные алгоритмы диагностирования объекта;
- уточняются логические и математические модели по результатам эксплуатации: сбора и обработки статистических данных о показателях надежности, оценки затрат, связанных с проверками работоспособности объекта в процессе эксплуатации.

Требования комплексной автоматизации производственных процессов для всеобщего повышения производительности ТС, привело к интенсивному развитию автоматизированных и автоматических систем диагностики, основу работы которых составляют алгоритмы и программы диагностирования технического состояния объектов, взаимосвязанные с процессами управления технологическим процессом, процессом технического обслуживания и ремонта.

Основными задачами при этом стали:

- оперативное диагностирование и прогнозирование технического состояния ТС;
- выработка рекомендаций по оптимальному техническому обслуживанию и ремонту ТС с учетом морального и физического износа;
- углубленное диагностирование для распознавания неисправностей, которые не могут быть выявлены автоматизированной системой контроля рабочих параметров оборудования.

Факторами, позволяющими оценить надежность и экономичность эксплуатации ТС, являются:

- начальное техническое состояние оборудования ТС;

- качество и регламент проведения технического обслуживания и ремонта оборудования;
- надежность контролирования и достоверность оценки технического состояния оборудования и функционирования его систем;
- организационная структура ремонта и технического обслуживания оборудования.

1.1.6. Схемы и устройства измерения жесткости

Как известно одной из причин высоких амплитуд вибрации – низкая жесткость технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь» (ТС СПИД).

Рассмотрим способы и устройства определения жесткости.

Предложен способ измерения жесткости [4], при котором исследуемый узел станка, например суппорт 1, нагружают силой P_y в регламентируемом направлении – направлении, наиболее сильно влияющее на точность размеров обрабатываемой детали 2.

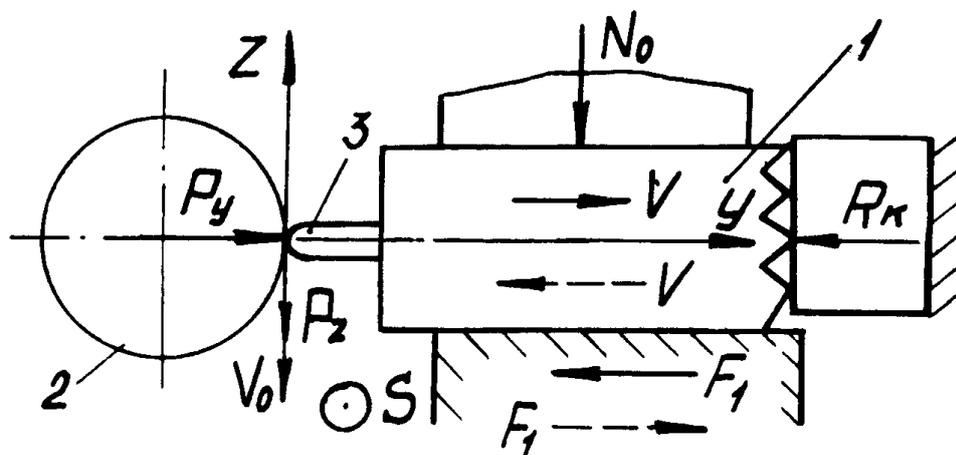


Рисунок 10 – Схема проведения испытаний

Силу P_y прикладывают непосредственно к суппорту 1 или к закрепленному в нем инструменту 3. Суппорт 1 нагружают силой P_y с плавным ее изменением от нулевого до максимального значения с одновременным измерением упругих перемещений суппорта. Суппорт перемещают в направлении, обозначенным сплошной стрелкой V (рис. 10). После чего суппорт разгружают (направление V'

пунктирная стрелка), уменьшая силу P_y , замеряя перемещение суппорта от исходного положения.

По полученным данным строят графики перемещений суппорта при увеличении и уменьшении нагрузки P_y .

Способ по осуществлению прост и может быть применен в производственных условиях, лабораториях НИИ.

В [5] описано устройство для определения радиальной динамической жесткости шпиндельных узлов металлорежущих станков, которое может быть использовано для проведения динамических испытаний.

Цель разработки – повышение точности измерения динамической жесткости шпиндельных узлов металлорежущих станков посредством создания постоянной или изменяющейся в соответствии с заданным законом силы нагружения и непосредственного измерения жесткости при помощи бесконтактных датчиков.

Измерение динамической жесткости производится непосредственным путем при помощи датчиков перемещения, причем для большей точности их устанавливают два под углом 90° друг к другу.

Устройство для определения радиальной динамической жесткости шпиндельных узлов металлорежущих станков (рис. 11) содержит нагрузочное устройство и два бесконтактных датчика 1 перемещения, закрепленных на диске 2, который при помощи кольцевого выступа соединен с кронштейном 3, установленным на станке 4 испытываемого станка. Диск 2 имеет возможность совершать вращательное движение относительно кронштейна 3, при этом его поворот контролируется по шкале 5, а последующее неподвижное закрепление его осуществляется болтом 6. В верхней части диска к нему прикрепляется пневмоцилиндр 7, который сверху закрыт крышкой 8, а внутри него находится поршень 9, подпружиненный пружиной 10. Верхняя полость пневмоцилиндра 7 соединяется с пневмосистемой. Шток поршня 9 имеет шаровую опору, входящую в подушку 11, которая имеет сегментную форму и охватывает оправку 12. Ось шаровой опоры смещена таким образом, чтобы при вращении

оправки 12 подушка имела возможность самоустанавливаться. Оправка 12 закреплена в шпинделе 13 и опирается на центр 14 задней бабки станка 4. Для обеспечения обратной связи на ребре, соединяющем пневмоцилиндр 7 с диском 2, установлен датчик 15 обратной связи.

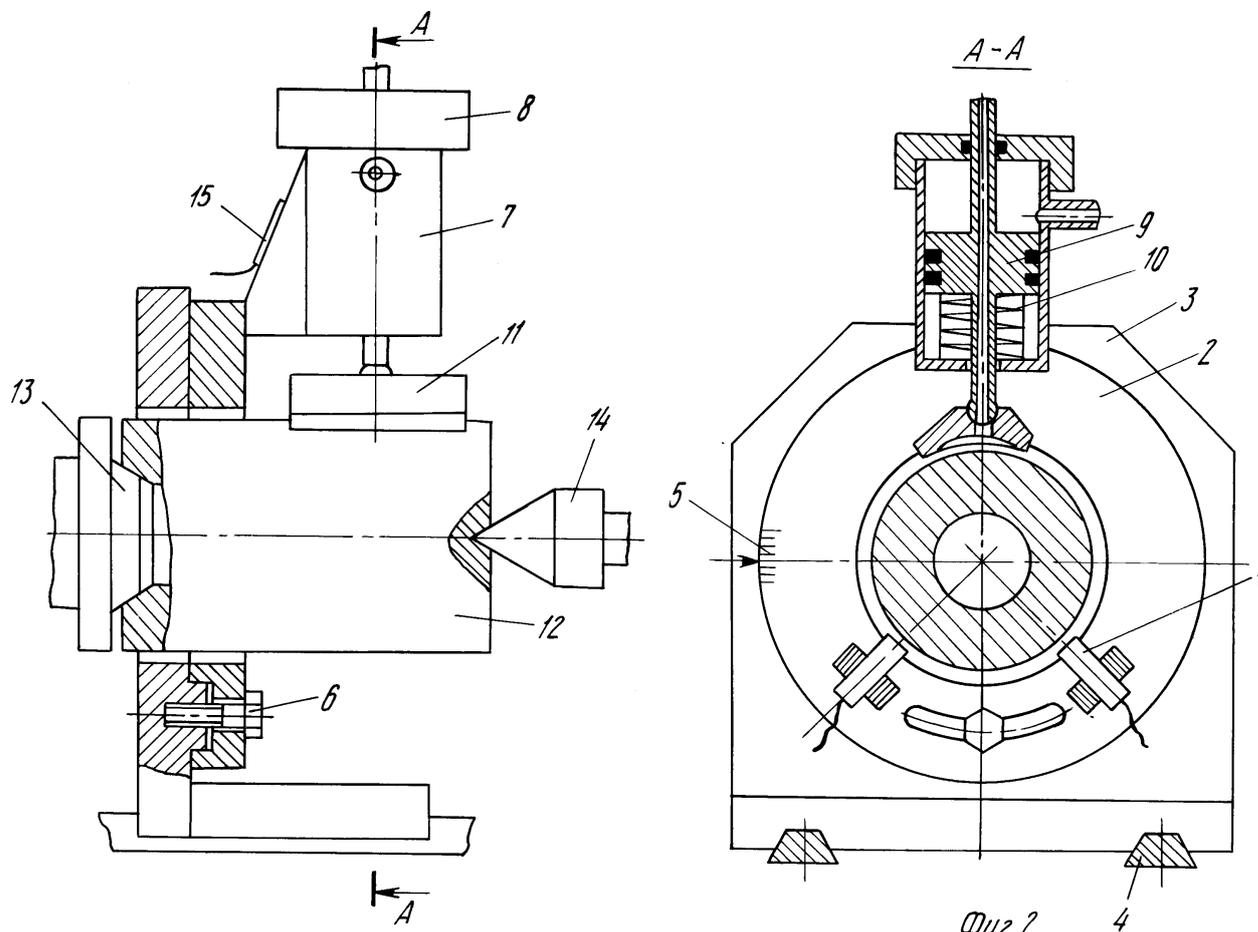


Рисунок 11 – Устройство для определения радиальной динамической жесткости шпиндельных узлов металлорежущих станков

Устройство работает следующим образом. Сжатый воздух от пневмосистемы подается по двум трубопроводам. По одному из них воздух подается через шток 9 в подушку 11, а по другому в рабочую плоскость пневмоцилиндра 7. В пространстве, образованном карманом подушки 11 и поверхностью оправки 12, развивается аэростатическая сила, которая заставляет подушку 11 приподняться над оправкой 12, в результате чего между подушкой 11 и оправкой 12 возникает зазор, который будет автоматически поддерживаться, исключая непосредственное касание поверхностей подушки 11 и оправки 12. Развиваемая аэростатическая сила будет действовать на

оправку 12, а следовательно, и нагружать шпиндельный узел станка 4. Величина этой силы или закон ее изменения задается давлением воздуха, подаваемого в рабочую полость пневмоцилиндра 7. Направление силы, действующей на шпиндель, можно изменять путем вращения диска 2 относительно кронштейна 3, при этом угол поворота контролируется по шкале 5. Величина радиальной жесткости измеряется бесконтактными датчиками, которые неподвижно закреплены на диске 2. Для повышения точности измерения используются два датчика, установленные под углом 90° друг к другу. Датчик 15 обратной связи контролирует точность заданной нагрузки и при необходимости корректирует ее величину, что значительно повышает точность измерений.

Использование пневмоцилиндра и аэростатической подушки позволяет проводить нагружение испытываемого шпинделя с исключительно высокой точностью в значительно большем диапазоне частот вращения шпиндельного узла до 100000 об/мин.

1.1.7. Мобильные диагностические комплексы

Вибрация, возникающая в производственном оборудовании, приводит как к положительному эффекту, полезному для решения различных технологических задач [7–14], так и отрицательному. В аспекте металлообработки вибрация может оказывать значительное влияние на правильность функционирования оборудования (точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей), надежность его эксплуатации, степень защиты установленного в непосредственной близости прецизионного технологического оборудования, безопасность рабочего персонала от последствий возможных аварийных ситуаций.

Развитие научно-технического прогресса и требований к точности обработки определило тенденции развития конструкций металлообрабатывающего оборудования, основными из которых стали:

- повышение производительности за счет повышения уровня автоматизации и интенсификации режимов резания (высокоскоростное резание);

- повышение точности обработки [1], в том числе посредством виброгашения [2] и выбора оптимальных режимов работы [1, 2];
- повышение надежности работы оборудования за счёт своевременной диагностики [1], включая вибрационную диагностику для определения виброактивности элементов технологической системы, негативно влияющих на точность обработки детали и стойкость инструмента.

Развитие конструкций металлообрабатывающего оборудования обусловило дальнейшее развитие информационно-измерительной техники [11-14] для проведения вибродиагностики технологической системы «станок-приспособление-инструмент-деталь».

Средства диагностики могут быть как мобильными, так и стационарными, но стационарность последних не допускает их применение для оперативной диагностики металлообрабатывающего оборудования. При этом надо отметить широкую гамму деталей применяемых приспособлений.

В общем можно выделить следующие недостатки существующих динамических комплексов (рис. 12).

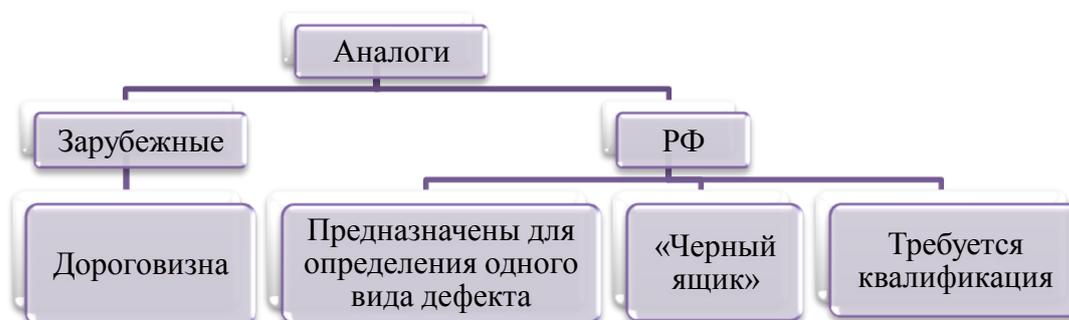


Рисунок 12 – Недостатки существующих динамических комплексов

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
151Б20	Чжан Сяолян

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих

Нормы и нормативы расходования ресурсов

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Планирование и формирование бюджета научных исследований

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Оценка конкурентоспособности технических решений

Альтернативы проведения НИ

График проведения и бюджет НИ

Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151620	Чжан Сяолян		

Томск – 2016 г.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Проведем планирование комплекса работ на создание проекта

3.1. Составление перечня работ

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Разделим выполнение дипломной работы на этапы (табл. 1).

Таблица 1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Научный руководитель Студент-дипломник,
	3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка моделей для исследования	Руководитель, консультант, студент-дипломник
	6	Поиск методов решения	Студент-дипломник
	7	Реализация моделей	Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник, консультант
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, консультант, студент-дипломник
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

3.2. Определение трудоемкости работ

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

- работа 1:

$$t_{ож1} = \frac{3t_{min1} + 2t_{max1}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 10}{5} = 7$$

- работа 2:

$$t_{ож2} = \frac{3t_{min2} + 2t_{max2}}{5} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 20}{5} = 17$$

- работа 3:

$$t_{ож3} = \frac{3t_{min3} + 2t_{max3}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{5} = 4,2$$

- работа 4:

$$t_{ож4} = \frac{3t_{min4} + 2t_{max4}}{5} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 7}{5} = 5,2$$

- работа 5:

$$t_{ож5} = \frac{3t_{min5} + 2t_{max5}}{5} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 15}{5} = 10,2$$

- работа 6:

$$t_{ож6} = \frac{3t_{min6} + 2t_{max6}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 7}{5} = 7,8$$

- работа 7:

$$t_{ож7} = \frac{3t_{min7} + 2t_{max7}}{5} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 11}{5} = 9,2$$

- работа 8:

$$t_{ож8} = \frac{3t_{min8} + 2t_{max8}}{5} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 9}{5} = 7,8$$

- работа 9:

$$t_{ож9} = \frac{3t_{min9} + 2t_{max9}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 10}{5} = 3,6$$

- работа 10:

$$t_{ож10} = \frac{3t_{min10} + 2t_{max10}}{5} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 12}{5} = 9,6$$

Установим продолжительность работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i},$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

- работа 1:

$$T_{p1} = \frac{t_{ож1}}{Ч_1} = \frac{7}{1} = 7$$

- работа 2:

$$T_{p2} = \frac{t_{ож2}}{Ч_2} = \frac{17}{2} = 8,5$$

- работа 3:

$$T_{p3} = \frac{t_{ож3}}{Ч_3} = \frac{4,2}{1} = 4,2$$

- работа 4:

$$T_{p4} = \frac{t_{ож4}}{Ч_4} = \frac{5,2}{1} = 5,2$$

- работа 5:

$$T_{p5} = \frac{t_{ож5}}{Ч_5} = \frac{10,2}{3} = 3,4$$

- работа 6:

$$T_{p6} = \frac{t_{ож6}}{Ч_6} = \frac{7,8}{1} = 7,8$$

- работа 7:

$$T_{p7} = \frac{t_{ож7}}{Ч_7} = \frac{9,2}{1} = 9,2$$

- работа 8:

$$T_{p8} = \frac{t_{ож8}}{Ч_8} = \frac{7,8}{2} = 3,9$$

- работа 9:

$$T_{p9} = \frac{t_{ож9}}{Ч_9} = \frac{3,6}{3} = 1,2$$

- работа 10:

$$T_{p10} = \frac{t_{ож10}}{Ч_{10}} = \frac{9,6}{1} = 9,6$$

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K,$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

к - коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}},$$

где $T_{\text{КГ}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{ВД}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{ПД}}$ - количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{\text{КГ}}}{T_{\text{КГ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ $T_{\text{к}}$ нужно округлить до целых чисел.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Временные показатели проведения ВКР

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						$u_i, \%$	$\Gamma_i, \%$
		t_{\min} чел-дн	t_{\max} чел-дн	$t_{\text{ож}}$ чел-дн	T_p раб-дн	T_k кал-дн			
1	Научный руководитель	5	10	7	7	11	11,45	11.45	
2	Научный руководитель, Студент-дипломник	15	20	17	8,5	13	13,54	25	
3	Научный руководитель	3	6	4	4,2	7	7,29	32.29	
4	Научный руководитель	4	7	5	5,2	8	8,33	40.63	
5	Руководитель, консультант, студент-дипломник	7	15	10	3,4	5	5,21	45.83	
6	Студент-дипломник,	5	7	8	7,8	12	12,50	58.33	
7	Студент-дипломник,	8	11	9	9,2	14	14,58	72.92	
8	Студент-Дипломник консультант,	7	9	8	5,9	9	9,38	82.29	
9	Руководитель, консультант, студент-дипломник	2	10	4	1,2	2	2,08	84.38	
10	Студент-дипломник	8	12	10	9,6	15	15,62	100	
ИТОГО						96			

3.3. Построение графика работ

Наиболее удобным и наглядным видом календарного плана работ является построение ленточного графика проведения НИР в форме диаграмм Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в рамках таблицы 3 с разбивкой по месяцам и неделям (7 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1+k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i N_{расхi},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (Зм), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Бумага	лист	150	100	130	2	2	2	345	230	299
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Ручка	шт.	1	1	1	20	20	20	23	23	23
Тетрадь	шт.	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Стирол СДЭБ	кг	1	1	1	1	1	1	1,15	1,15	1,15
Толуол	кг	0,5	0,5	0,5	69	69	69	39,675	39,675	39,675
Хлорсульфон овая кислота, 99%	кг	0,8	0,8	0,8	193,6	193,6	193,6	178,112	178,112	178,112
Итого								1392,397	1277,397	1346,397

Таблица 3. Календарный план проведения НИР

Этап	Вид работы	Исполнители	t _к	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель	11	■				
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов и поиск материалов по теме	Научный руководитель, Студент-дипломник	13		■ ▨			
3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель	7		■			
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	8		■			
5	Разработка моделей для исследования	Руководитель, консультант, студент-дипломник	5		■ ▨ ▧			
6	Поиск методов решения	Студент-дипломник,	12			▨		
7	Реализация моделей	Студент-дипломник	14			▨		
8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник, консультант,	9			▨ ▧		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, консультант, студент-дипломник	2				■ ▧ ▨	
10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	15					▨



- научный руководитель;



- консультант;



- студент-дипломник.

3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Так как использовалось ранее приобретенное оборудование, то затраты по данной статье равны нулю.

3.4.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Таблица 5. Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоёмкость, чел.- дн.			Зарботная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб		
			Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Составление и утверждение задания НИР	Научный руководитель	7	7	7	1,1			8,67	8,67	8,67
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Научный руководитель, Студент-дипломник	17	17	17	1,4			26,78	26,78	26,78
3	Выбор моделей и способов анализа	Научный руководитель	4	4	4	1,1			4,95	4,95	4,95
4	Календарное планирование работ	Научный руководитель	5	5	5	1,1			6,19	6,19	6,19
5	Разработка моделей для исследования	Научный руководитель, консультант, студент-дипломник	10	10	10	2,5			28,13	28,13	28,13
6	Поиск методов решения	Студент-дипломник	8	8	8	0,3			2,7	2,7	2,7
7	Реализация моделей	Студент-дипломник	9	9	9	0,3			3,03	3,03	3,03
8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник, консультант	8	8	8	1,4			12,6	12,6	12,6
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, консультант, студент-дипломник	4	4	4	2,5			12,5	12,5	12,5
10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	10	10	10	0,3			3,38	3,38	3,38
Итого									108,88	108,88	108,88

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = K_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $K_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году.

3.4.5. Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\sum \text{статей}) \cdot K_{нр},$$

где $K_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$З_{накл} = 221079,897 \cdot 0,16 = 35372,78 \text{ руб.}$$

3.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 6. Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Материальные затраты НИИ	1392,397	1277,397	1346,397	Пункт 4.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	110000	117000	104000	Пункт 4.2
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	75000	75000	75000	Пункт 4.3
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9375	9375	9375	Пункт 4.4
Отчисления во внебюджетные фонды	25312,5	25312,5	25312,5	Пункт 4.5
Накладные расходы	35372,78	36474,38	34405,42	16 % от суммы ст. 1-5
Бюджет затрат НИИ	256474,4	264439,3	249439,3	Сумма ст. 1- 6

3.4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, социальной и экономической эффективности исследования.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{256474,4}{264439,3} = 0,97;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{264439,3}{264439,3} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{249439,3}{264439,3} = 0,94;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a \cdot b_i^p$ – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 7).

Таблица 7. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Надежность	0.2	5	5	4
2. Универсальность	0.2	4	4	5
3. Уровень материалоемкости.	0.15	4	4	5
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.2	5	5	4
5. Ремонтпригодность	0.1	5	5	5
6. Энергосбережение	0.15	4	4	5
ИТОГО	1	4,5	4,5	4,55

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1 = 4,55.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп i} = \frac{I_{p-исп i}}{I_{финр i}}$$

$$I_{исп1} = \frac{4,5}{0,97} = 4,64; I_{исп2} = \frac{4,5}{1} = 4,5; I_{исп3} = \frac{4,55}{0,94} = 4,84.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (табл. 8) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп i}}{I_{исп max}}$$

Таблица 8. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	1	0,94
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	4,5	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,64	4,5	4,84
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,95	0,93	1

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
151Б20	Чжан Сяоян

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	ВИБРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	1. Производственная безопасность <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – статическое электричество; – и вредных производственных факторов: – повышенный уровень шума; – пониженная температура среды; – недостаток естественного света; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – электромагнитное излучение.
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	2. Региональная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – методы решения.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и 	3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	– средства избежания опасности пожара и взрыва; – план эвакуации людей.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4. Особенности законодательного регулирования проектных решений.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности,	Пустовойтова М.И.	Кандидат химических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б20	Чжан Сяолян		

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данном разделе будут рассмотрены условия, которые необходимы для успешной работы в лаборатории. А также некоторые предложения по улучшению этих условий: санитарии, безопасности, экологичности.

Преподаватели, студенты и обслуживающий персонал сталкиваются с воздействиями таких физически опасных производственных факторов:

- электрический ток;
- статическое электричество;
- и вредных производственных факторов:
- повышенный уровень шума;
- неблагоприятные условия микроклимата ;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- электромагнитное излучение.

4.1. Техногенная безопасность

Помещение лаборатории должно в первую очередь соответствовать количеству работающих и размещаемому в нём оборудованию и комплексу технических средств. В нём предусматривают соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха и т.д. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы устанавливают на одного работающего (в данном случае студента или преподавателя), объём производственного помещения не менее 15 м^3 , площадь помещения выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4.5 м^2 .

В каждом производственном помещении содержатся разнообразные вредные вещества, в данном случае мы имеем дело с углекислым газом (CO_2).

Согласно [16] предельно допустимая норма содержания CO_2 в воздухе - 20 мг/м^3 . Проблему снижения содержания CO_2 в воздухе, можно решить, путем применения естественной и искусственной вентиляции помещения (можно установить кондиционеры), а также озеленение помещения лаборатории

сыграет свою роль в решении данной проблемы. Это, во-первых, позволит повысить влажность воздуха в помещении при его низком показателе, а во-вторых, создаст благоприятные психологические условия для выполнения предусмотренных работ.

4.1.1. Микроклимат рабочей зоны

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в лаборатории.

Для оценки метеоусловий в помещении производят измерения температуры, влажности, запылённости, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Результаты измерений сравнивают с нормативами [16]. Они приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Нормативы

Наименование норм	Оптимальная		Допустимая	
	зимний период	летний период	зимний период	летний период
1. Температура воздуха С.	20-22	20-24	18-25	не > 22
2. Относит. Влажность %	50-60	50-60	не > 70	70
3. Скорость движения воздуха, м/с	0.2	0.3	0.3	0.5

Система отопления лаборатории должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в аудитории в холодный период года, а так же безопасность в отношении пожара и взрыва. Так же необходимо обеспечить приток воздуха в аудиторию. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50-60 м³/ч на одного человека СНиП 41-01-03

Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и частоты воздуха в лаборатории, возможно, применить вентиляцию СанПиН СНиП 41-01-03

Для поддержания данных санитарных норм достаточно иметь естественную неорганизованную вентиляцию помещения и местный кондиционер установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающий постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха. Необходима система центрального отопления, обеспечивающая заданный уровень температуры в зимний период по СНиП 41-01-03

В зимний период в аудитории для поддержания необходимой температуры используется система водяного отопления. Эта система надежна в эксплуатации и обеспечивает возможность регулирования температуры в широких пределах.

При устройстве системы вентиляции и кондиционирования воздуха в помещении лаборатории необходимо соблюдать определенные требования пожарной безопасности.

Для обеспечения требуемого микроклимата воздушной среды в лаборатории рекомендую применять искусственную вентиляцию в сочетании с "местной" искусственной, так и естественной.

4.1.2. Шумы

С физиологической точки зрения шум рассматривают как звук, мешающий разговорной речи и негативно влияющий на здоровье человека.

Шумы в рассматриваемом помещении возникают как от внутренних источников, так и от внешних раздражителей. К внутренним источникам мы относим стенды, находящиеся в данном помещении.

Согласно [17] эквивалентный уровень звука для персонала, осуществляющего эксплуатацию стенда не должен превышать 50 дБ в

соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96; ГОСТ 12.1.003-83, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

Для измерения шума применяют шумометры. Все измерения производят в соответствии с ГОСТом 12.1050-86 и ГОСТом 23941-79.

В соответствии с ГОСТом 12.1003-83 защита от шума, создаваемого на рабочих местах внутренними и внешними источниками, осуществляется уменьшением шума в источнике, применением средств коллективной (ГОСТ 12.1029-80) и индивидуальной (ГОСТ 12.4051-87) защиты. Для рассматриваемого помещения мы можем предложить замену оборудования на более, современное, и более удобное его размещение.

Для уменьшения шума нужно уменьшить энергию отражённых волн. Это можно достичь, увеличив эквивалентную площадь звукопоглощения помещения путём размещения на его внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также установки в помещении штучных звукопоглотителей. Наиболее эффективное снижение шума можно достичь путём установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кабин.

4.1.3. Освещение на рабочем месте

Для обеспечения нормативной освещённости необходимо использовать совмещённое освещение, при котором естественное дополняется искусственным. Причём естественное освещение является боковым (осуществляется через световые проёмы в наружных стенах), а искусственное - общим. В условиях недостаточной освещённости в утреннее и вечернее время используется искусственное освещение. Роль искусственного освещения выполняют люминесцентные лампы. Они обладают высокой световой отдачей и имеют более продолжительный срок службы в отличие от обычных ламп накаливания. Согласно, действующим ГОСТР 50948; ГОСТР 50949; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; СНиП 23-05-10 для искусственного освещения регламентировано наименьшая допустимая освещённость рабочего места 300лк. - 500лк., яркость светящихся поверхностей (окна светильники и др.), находящихся в

поле зрения $< 200 \text{кд/м}^2$, коэффициент пульсации $< 5\%$. Измерения освещенности рабочих мест производится с помощью люксометров.

Для определения обеспечения уровня освещенности произведём расчёт системы искусственного освещения для помещения лаборатории:

Дано: длина помещения $A = 10 \text{ м.}$; ширина помещения $B = 5 \text{ м.}$; высота помещения $H = 3 \text{ м.}$; $E_1 = 200 \text{лк.}$; уровень рабочей поверхности над полом $h' = 0.9 \text{ м.}$

Решение:

Высота подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$h = H - h' - 0,3 - 0,9 = 2,1 \text{ (м)}$$

Расстояние между светильниками (максимальное):

$$L = l - h ,$$

$$L = 1,2 * 2,1 = 2,52 \text{ (м)}$$

Максимальное расстояние между стеной и светильником:

$$L / 2 = 2,52 / 2 = 1,26 \text{ (м)}$$

Индекс помещения:

$$i = S / [h \cdot (A + B)] = 50 / [2,1 * (10 + 5)] = 1,58 \text{ где:}$$

S - площадь помещения, м.

A, B - стороны помещения, м.

Величина светового потока лампы:

$$F = E * K * S * Z / n * \eta, \text{ где:}$$

F - световой поток каждой из ламп, лм.;

K - коэффициент запаса, $K = 1,5$

S - площадь помещения, м.;

n - число ламп в помещении;

E - минимальная освещенность, лк.;

η - коэффициент использования светового потока, %;

Z - коэффициент неравномерности освещения,

Для освещения помещений выбираем люминесцентные светильники типа ЛБ 80 мощность $P=80$ Вт и световым потоком каждой лампы $F = 5220$ лм.

Коэффициенты отражения стен ($r_{ст}$) и потолка ($r_{п}$) принимаем по (л.Б).

Используя значение ($r_{ст}$) и ($r_{п}$) индекса помещения i , пользуясь [л.Б], коэффициенты использования светового потока η .

Для комнаты: $r_{п} = 70\%$; $r_{ст} = 50\%$; $\eta = 0,55$;

Определяем необходимое количество ламп для обеспечения минимальной освещённости:

$$n = E * K * S * Z / F * \eta = 200 * 1,5 * 50 * 1,3 / 5220 * 0,55 = 6,7$$

Принимаем восемь одноламповых плафонов, освещённость составит:

$$E = F * n * \eta / K * S * Z = 5220 * 8 * 0,55 / 1,5 * 50 * 1,3 = 235,12 \text{ (лк)}$$

Минимально допустимая освещённость 200 (лк), поэтому выбранное количество ламп создаст комфортную освещённость.

План размещения светильников представлен на рис 22.

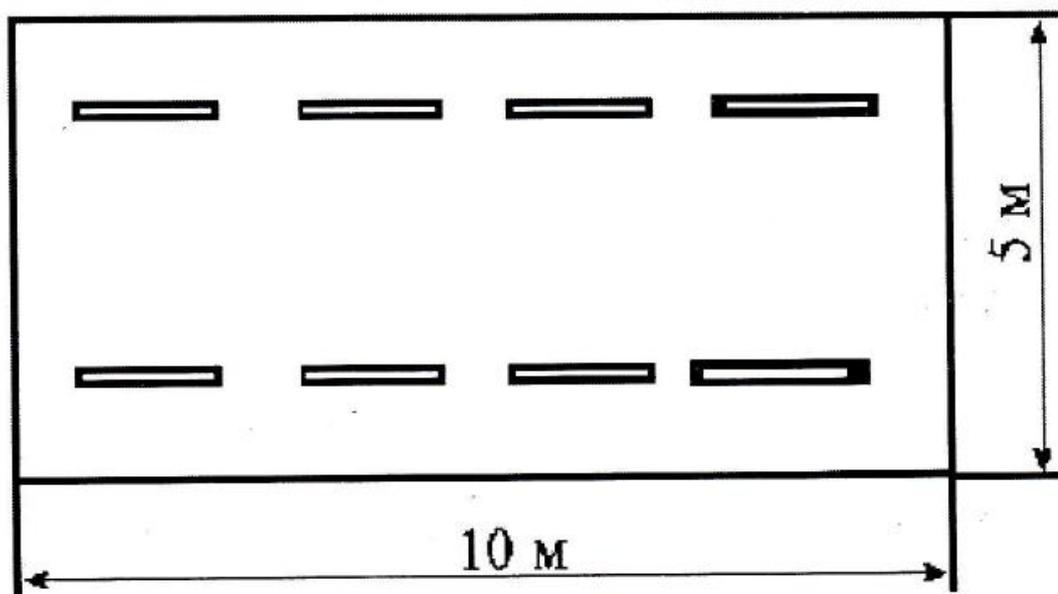


Рисунок 22 - План размещения светильников

Люминесцентные лампы являются самыми распространёнными газоразрядными лампами, имеющие форму цилиндрической трубки. Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет важное значение для создания рациональных условий освещения, в частности, обеспечения требуемых величин освещённости без дополнительных затрат электроэнергии. В установках с люминесцентными лампами необходимо следить за исправностью схем включения, своевременно нужно заменять перегоревшие лампы. Следует проверять уровень освещённости в контрольных точках производственного помещения не реже 1 раза в год.

4.1.4. Анализ опасных факторов производственной среды

Опасным производственным фактором является такой фактор производственного процесса, воздействие которого на работающего приводит к травме или резкому ухудшению здоровья.

Опасные излучения по природе происхождения могут быть как электромагнитные, так и корпускулярные. Электромагнитные излучения характеризуются диапазонами длин волн и частоты.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на: токсические, раздражающие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают биологические объекты: микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы, простейшие и др.) и продукты из жизнедеятельности.

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на: физические перегрузки, нервно-психические перегрузки. Нервно-психические перегрузки это - умственное перенапряжение, перенапряженность анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от

вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

Устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов ГОСТ 12.1.038 – 82.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

а) все лица, приступающие к работе с электрооборудованием, проходят инструктаж на рабочем месте, допуск к самостоятельной работе разрешается лишь после проверки знаний техники безопасности;

б) осуществляется постоянный контроль качества и исправности защитных приспособлений и заземлении, ремонтно-наладочные работы на действующих электроустановках производится только с использованием защитных средств;

в) эксплуатация электроустановок предусматривает введение необходимой технической документации; обеспечивается недоступность к токоведущим частям, находящимся под напряжением; корпуса приборов и электроустановок заземляются;

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 данная лаборатория относится к первому классу опасности, так как в ней учтены все необходимые правила по электробезопасности, это сухое помещение без повышенного напыления, температура воздуха нормальная, пол покрыт изоляционным материалом. Все электрооборудование и приборы находятся на своих местах и имеют защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом (ГОСТ 12.1.030-81). Все сотрудники проходят первичный инструктаж по электробезопасности.

Воздействие электрического напряжения на человека связано с протеканием через него тока. Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Пороговый неотпускающий

ток составляет 50 Гц (6-16мА). Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебной-профилактических мероприятий.

При поражении работника электрическим током необходимо как можно скорее освободить пострадавшего от воздействия электрического тока, проверить состояние пострадавшего и вызвать при необходимости скорую помощь, до приезда скорой помощи оказать пострадавшему необходимую первую помощь или, при необходимости, организовать доставку пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение, о произошедшем несчастном случае поставить в известность руководителя структурного подразделения.

4.2. Региональная безопасность

4.2.1 Защита атмосферы

Для атмосферы характерна чрезвычайно высокая динамичность, обусловленная как быстрым перемещением воздушных масс в латеральном и вертикальном направлениях, так и высокими скоростями, разнообразием протекающих в ней физико-химических реакций. Атмосфера рассматривается как огромный «химический котел», который находится под воздействием многочисленных и изменчивых антропогенных и природных факторов. Газы и аэрозоли, выбрасываемые в атмосферу, характеризуются высокой реакционной способностью. Пыль и сажа, возникающие при сгорании топлива, лесных пожарах, сорбируют тяжелые металлы и радионуклиды и при осаждении на поверхность могут загрязнить обширные территории, проникнуть в организм человека через органы дыхания.

Загрязнением атмосферы считается прямое или косвенное введение в нее любого вещества в таком количестве, которое воздействует на качество и состав наружного воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе, экосистемам, строительным материалам, природным ресурсам – всей окружающей среде.

Очистка воздуха от примесей.

Для защиты атмосферы от негативного антропогенного воздействия используют следующие меры:

- экологизацию технологических процессов;
- очистку газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения.

Безотходная и малоотходная технология

Экологизация технологических процессов – это создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

Наиболее надежным и самым экономичным способом охраны биосферы от вредных газовых выбросов является переход к безотходному производству, или к безотходным технологиям. Термин «безотходная технология» впервые предложен академиком Н. Н. Семеновым. Под ним подразумевается создание оптимальных технологических систем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. Такое производство не должно иметь сточных вод, вредных выбросов в атмосферу и твердых отходов и не должно потреблять воду из природных водоемов. То есть понимают принцип организации и функционирования производств, при рациональном использовании всех компонентов сырья и энергии в замкнутом цикле: (первичные сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы).

Конечно же, понятие «безотходное производство» имеет несколько условный характер; это идеальная модель производства, так как в реальных условиях нельзя полностью ликвидировать отходы и избавиться от влияния производства на окружающую среду. Точнее следует называть такие системы малоотходными, дающими минимальные выбросы, при которых ущерб природным экосистемам будет минимален. Малоотходная технология является промежуточной ступенью при создании безотходного производства.

В настоящее время определилось несколько основных направлений охраны биосферы, которые в конечном счете ведут к созданию безотходных технологий:

1) разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем, работающих по замкнутому циклу, позволяющих исключить образование основного количества отходов;

2) переработка отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья;

3) создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Важность экономного и рационального использования природных ресурсов не требует обоснований. В мире непрерывно растет потребность в сырье, производство которого обходится всё дороже. Будучи межотраслевой проблемой, разработка малоотходных и безотходных технологий и рациональное использования вторичных ресурсов требует принятия межотраслевых решений.

Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем, работающих по замкнутому циклу, позволяющих исключить образование основного количества отходов, является основным направлением технического прогресса.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей

Газовые выбросы классифицируются по организации отвода и контроля – на организованные и неорганизованные, по температуре на нагретые и холодные.

Организованный промышленный выброс – это выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы, трубы.

Неорганизованные называют промышленные выбросы, поступающие в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования. Отсутствие или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки и хранения продукта.

Для снижения загрязнения атмосферы от промышленных выбросов используют системы очистки газов. Под очисткой газов понимают отделение от газа или превращение в безвредное состояние загрязняющего вещества, поступающего от промышленного источника.

Механическая очистка газов

Она включает сухие и мокрые методы.

Очистка газов в сухих механических пылеуловителях.

К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых использованы различные механизмы осаждения: гравитационный (пылеосадительная камера), инерционный (камеры, осаждение пыли в которых происходит в результате изменения направления движения газового потока или установки на его пути препятствия) и центробежный.

4.2.2 Защита гидросферы

Поверхностные воды защищают от засорения, загрязнения и истощения. Для защиты от засорения предотвращают попадание в поверхностные водоемы и реки различных твердых отходов и других предметов. Для защиты от истощения контролируют минимально допустимые стоки вод. Для защиты от загрязнения применяют следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий и оборотного водоснабжения;
- очистка сточных вод (промышленных, коммунально-бытовых и др.);
- закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты (подземное захоронение);
- очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для водоснабжения и других целей.

Безотходные и безводные технологии и оборотное водоснабжение. Главный загрязнитель поверхностных вод – сточные воды. Наиболее действенным способом защиты поверхностных вод от загрязнения сточными водами являются безводные и безотходные технологии. На начальном этапе создается оборотное водоснабжение. В его систему включают ряд очистных

сооружений и установок, что создает замкнутый цикл использования сточных вод, которые при таком способе все время находятся в обороте и не попадают в поверхностные водоемы.

Очистка сточных вод. Существуют различные способы очистки сточных вод: механический, физико-химический, химический, биологический и термический. В зависимости от вида сточных вод их очистка может производиться каким-либо одним или комбинированными способами, с обработкой осадка (или избыточной биомассы) и обеззараживанием сточных вод перед сбросом их в водоем.

Механическая очистка основана на процеживании, отстаивании и фильтровании. При этом из сточных вод удаляются нерастворимые механические примеси: песок, глинистые частицы, окалина и др. Физико-химическая очистка предполагает коагуляцию, сорбцию, флотацию, экстракцию и другие методы. Из сточных вод удаляются тонкодисперсные взвешенные частицы, минеральные и органические вещества. Химическая очистка основана на процессах нейтрализации, окисления, озонирования, хлорирования. Сточные воды очищаются от токсичных веществ и микроорганизмов. Биологическая (биохимическая) очистка основана на способности микроорганизмов использовать для своего питания многие органические и неорганические соединения из сточных вод (сероводород, аммиак, нитриты и т. д.). К термическим методам прибегают при очистке промышленных сточных вод, содержащих главным образом высокотоксичные органические компоненты, разрушающиеся при высоких температурах.

При всех методах очистки сточных вод необходима обработка и утилизация образующихся шламов и осадков (особенно при очистке токсичных промстоков). С этой целью их складывают на специальных полигонах, обрабатывают в биологических сооружениях, перерабатывают с помощью растений (гиацинты, тростник и др.) или сжигают в специальных печах.

Закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты (подземное захоронение) осуществляется через систему поглощающих скважин. При этом

способе отпадает необходимость в дорогостоящей очистке и обезвреживании сточных вод и в сооружении очистных сооружений.

Агролесомелиорация и гидротехнические мероприятия защищают поверхностные воды от загрязнения и засорения. Они предотвращают эвтрофикацию озер, водохранилищ и малых рек, возникновение эрозии, оползней, обрушение берегов, уменьшают загрязненный поверхностный сток.

Водоохранные зоны защищают поверхностные воды от загрязнения, засорения и истощения. Они создаются на всех водных объектах. Их ширина на реках составляет от 0,1 до 1,5–2,0 км, включая пойму реки, террасы и береговой склон. В пределах этих зон запрещается распашка земель, выпас скота, применение пестицидов и удобрений, строительные работы и др.

Подземные воды охраняют от загрязнения и истощения. Для защиты от истощения применяют:

- регулирование режима водозабора подземных вод;
- рациональное размещение водозаборов по площади;
- определение величины эксплуатационных запасов как предела их рационального использования,
- введение кранового режима эксплуатации самоизливающихся артезианских скважин и др.

Для защиты подземных вод от загрязнения применяют две группы мероприятий: профилактические и специальные.

Профилактические мероприятия направлены на предупреждение загрязнения. Они предусматривают устройство зон санитарной охраны (ЗСО) – территорий вокруг источников централизованного питьевого водоснабжения, создаваемых для исключения возможности загрязнения подземных вод.

Специальные мероприятия направлены на локализацию или ликвидацию очага загрязнения. Они предусматривают изоляцию источников загрязнения от остальной части водоносного горизонта (завесы, противодиффузионные стенки), а также на перехват загрязненных подземных вод с помощью дренажа.

Для ликвидации локальных очагов загрязнения ведут длительные откачки загрязненных подземных вод.

Основами водного законодательства запрещены проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию предприятий, не обеспеченных водоочистными устройствами. Сброс отработанных вод допускается только с разрешения органов, контролирующих качество воды.

4.2.3 Защита литосферы

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов. В некоторых случаях производство отдельных видов товарной продукции из вторичного сырья (отходов) значительно проще и дешевле, чем из первичного природного сырья. Рациональным решением проблем защиты литосферы от промышленных отходов возможно при широком применении безотходных и малоотходных технологий и производств. Малоотходная и безотходная технология должны обеспечить:

- комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов на базе создания новых безотходных производств;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия;
- использование замкнутых систем промышленного водоснабжения;
- создание безотходных территориально-производственных комплексов и экономических регионов.

В машиностроении разработка малоотходных технологических процессов связана прежде всего с необходимостью увеличения коэффициента использования металла, которое дает не только технико-экономические выгоды, но и позволяет уменьшить отходы и вредные выбросы в окружающую среду.

4.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работе на суперкомпьютере Craster допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинские противопоказания, прошедшие обучение безопасности труда и инструктаж на рабочем месте.

К самостоятельной работе допускаются работники после специального обучения и проверки знаний норма и правил работы с электроустановками, правил безопасности работы с газовыми баллонами, приобретенных навыков и безопасных способов выполнения работы на суперкомпьютере Craster, имеющие не менее II группы по электробезопасности и получившие допуск к работе с газовыми баллонами.

Повторная проверка знаний норм и правил электробезопасности, правил безопасной работы с газовыми баллонами проводится с работниками не реже 1 раза в 12 месяцев, повторный инструктаж на рабочем месте – не реже 1 раза в 3 месяца

Проведение всех видов инструктажа должно оформляться в Журнале регистрации инструктажа установленного образца, с обязательными подписями получившего и проводившего инструктаж, с указанием даты проведения инструктажа, наименования и номеров инструкции на виды работ, по которым проводится инструктаж.

По данной теме рассматриваются законодательный и нормативные документы:

- инструкция № 2-25 по охране труда при выполнении работ на установке Gas Reaction Controller;
- инструкция № 2-14 по охране труда при работе с электрооборудованием напряжением до 1000 В;
- инструкция № 2-07 по охране труда при работе с баллонами, работающими под давлением.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Защита населения – главная задача гражданской обороны. Она представляет собой комплекс мероприятий, имеющих цель не допустить

поражение людей ядерным, химическим и бактериологическим оружием или максимально ослабить степень их воздействия, а также предотвратить последствия стихийных бедствий, аварий, катастроф.

Из-за многообразия поражающих факторов можно выделить лишь наиболее общие мероприятия, направленные на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в ЧС:

1. Непрерывное наблюдение и лабораторный контроль за радиоактивным, химическим и биологическим заражением объектов внешней среды, наблюдение за опасными природными явлениями, прогнозирование обстановки в зонах экологического бедствия.

2. Оповещение населения об угрозе нападения противника, радиоактивного заражения, катастрофического затопления, о химическом или биологическом заражении.

3. Применение средств индивидуальной защиты и медицинских средств защиты.

4. Применение режимов защиты людей на зараженной территории.

5. Эвакуация населения.

6. Проведение специальных профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на предотвращение массовых инфекционных заболеваний.

7. Обучение населения способам защиты в очагах поражения.

8. Принятие мер по недопущению употребления населением зараженных продовольствия и воды.

9. Ликвидация заражения в очаге поражения.

Основные способы защиты населения

1. Укрытие населения в защитных сооружениях.

2. Эвакуация населения.

3. Рассредоточение.

4. Обеспечение всего населения СИЗ.

Укрытие в защитных сооружениях обеспечивает различную степень защиты от поражающих факторов ядерного, химического и биологического оружия. Этот способ обеспечивает надежную защиту и вместе с тем практически исключает в период укрытия производственную деятельность объектов.

Этот способ применяется при непосредственной угрозе применения оружия массового поражения и при внезапном нападении противника

Эвакуация населения – комплекс мероприятий по организованному выводу и вывозу всеми видами имеющегося транспорта из городов и размещение его в загородной зоне.

Рассредоточение – комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из городов и размещение в загородной зоне для проживания и отдыха рабочих и служащих объектов экономики, продолжающих свою деятельность в особых условиях.

Рассредоточение и эвакуация людей планируются и проводятся по производственно-территориальному принципу, т.е. по объектам и по месту жительства. Предусматривается комбинированный способ эвакуации, обеспечивающий ее проведение в сжатые сроки. При этом используются все виды имеющегося транспорта, независимо от форм собственности.

В первую очередь вывозятся медицинские учреждения; лица, которые не могут передвигаться пешком, а также рабочие и служащие свободных смен предприятий, продолжающих свою деятельность в чрезвычайных ситуациях. Все остальные выводятся пешком.

К защитным относятся инженерные сооружения, предназначенные для укрытия людей, сельскохозяйственной техники, сельскохозяйственных животных и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий или катастроф на потенциально опасных объектах либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения. Защита населения – главная задача гражданской обороны. Она представляет собой комплекс мероприятий,

имеющих цель не допустить поражение людей ядерным, химическим и бактериологическим оружием или максимально ослабить степень их воздействия, а также предотвратить последствия стихийных бедствий, аварий, катастроф.

Из-за многообразия поражающих факторов можно выделить лишь наиболее общие мероприятия, направленные на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения в ЧС:

1. Непрерывное наблюдение и лабораторный контроль за радиоактивным, химическим и биологическим заражением объектов внешней среды, наблюдение за опасными природными явлениями, прогнозирование обстановки в зонах экологического бедствия.

2. Оповещение населения об угрозе нападения противника, радиоактивного заражения, катастрофического затопления, о химическом или биологическом заражении.

3. Применение средств индивидуальной защиты и медицинских средств защиты.

4. Применение режимов защиты людей на зараженной территории.

5. Эвакуация населения.

6. Проведение специальных профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на предотвращение массовых инфекционных заболеваний.

7. Обучение населения способам защиты в очагах поражения.

8. Принятие мер по недопущению употребления населением зараженных продовольствия и воды.

9. Ликвидация заражения в очаге поражения.

Основные способы защиты населения

1. Укрытие населения в защитных сооружениях.

2. Эвакуация населения.

3. Рассредоточение.

4. Обеспечение всего населения СИЗ.

Укрытие в защитных сооружениях обеспечивает различную степень защиты от поражающих факторов ядерного, химического и биологического оружия. Этот способ обеспечивает надежную защиту и вместе с тем практически исключает в период укрытия производственную деятельность объектов.

Этот способ применяется при непосредственной угрозе применения оружия массового поражения и при внезапном нападении противника

Эвакуация населения – комплекс мероприятий по организованному выводу и вывозу всеми видами имеющегося транспорта из городов и размещение его в загородной зоне.

Рассредоточение – комплекс мероприятий по организованному вывозу (выводу) из городов и размещение в загородной зоне для проживания и отдыха рабочих и служащих объектов экономики, продолжающих свою деятельность в особых условиях.

Рассредоточение и эвакуация людей планируются и проводятся по производственно-территориальному принципу, т.е. по объектам и по месту жительства. Предусматривается комбинированный способ эвакуации, обеспечивающий ее проведение в сжатые сроки. При этом используются все виды имеющегося транспорта, независимо от форм собственности.

В первую очередь вывозятся медицинские учреждения; лица, которые не могут передвигаться пешком, а также рабочие и служащие свободных смен предприятий, продолжающих свою деятельность в чрезвычайных ситуациях. Все остальные выводятся пешком.

К защитным относятся инженерные сооружения, предназначенные для укрытия людей, сельскохозяйственной техники, сельскохозяйственных животных и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий или катастроф на потенциально опасных объектах либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы предложены направления модернизации существующего мобильного комплекса для вибродиагностики для повышения эффективности оценки виброустойчивости во время работы технологической системы и разработана методика исследования уровня вибраций.

При этом решены следующие задачи:

- изучены методов анализа технологической системы;
- изучены структуры мобильных вибродиагностических комплексов;
- разработана методика проведения виброиспытаний для оценки динамических характеристик системы станок-приспособления-инструмент-заготовка;
- подготовлен и проведен эксперимент для апробации методики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

1. Григорьев С.Н., Козочкин М.П., Сабиров Ф.С., Синопальников В.А. Проблемы технической диагностики станочного оборудования на современном этапе развития// Вестник МГТУ Станкин. – 2010. – № 4. – С. 27-36.
2. Козочкин М.П., Порватов А.Н. Разработка переносного и интегрированного диагностического комплекса для анализа технологических процессов обработки деталей на металлорежущих станках // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2013. – № 2. – С. 18-24.
3. Козочкин М.П., Сабиров Ф.С. Оперативная диагностика при металлообработке – проблемы и задачи// Вестник МГТУ Станкин. – 2008. – № 3. – С. 14-18.
4. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2009. – 9 с.
5. Пат. РФ 2058875, МПК В23 Q15/00. Способ определения жесткости узла станка Виброгаситель вязкого трения / Шатуров Г.Ф. – Оpubл. 27.04.1996. – Бюл. №5. – 6 с.
6. Пат. РФ 2094177, МПК В23В25/06. Устройство для определения радиальной динамической жесткости шпиндельных узлов металлорежущих станков / Пуш А.В., Юркевич В.В., Шолохов В.Б. – Оpubл. 27.10.1997 – Бюл. №5. – 6 с.
7. A. Nizhegorodov, A. Gavrilin, B. Moyzes. Hydraulic Power of Vibration Test Stand with Vibration Generator Based on Switching Device Key Engineering Materials, 685 (2015). DOI 10.4028/www.scientific.net/KEM.685.320.
8. A. Nizhegorodov, A. Gavrilin, B. Moyzes. Hydrostatic Vibratory Drive of the Test Stand for Excitation of the Amplitude-Modulated Vibrations. Journal of Physics: Conference Series, 671 (2016). DOI: 10.1088/1742-6596/671/1/012037.

9. B. Moyzes, A. Gavrilin, X. Zhang, K. Mel'kov, A. Fayngerts. Actuators of the Seismic Vibrations Sources. Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 1-4 December, 2015, IEEE. (2015). DOI: 10.1109/MEACS.2015.7414967.
10. B. Moyzes, A. Gavrilin, X. Zhang, A. Hajrullin, A. Fayngerts. The System of Clamping the Base Plate of the Seismic Vibrations Sources to the Ground. Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 1-4 December, 2015. IEEE. (2015). DOI: 10.1109/MEACS.2015.7414968.
11. A. Gavrilin, A. Chuprin, B. Moyzes, E. Halabuzar. Land-based sources of seismic signals. Proceedings of International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems: proceedings of the International Conference, Tomsk, 16-18 October, 2014, IEEE. (2014). DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986947.
12. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва: Машиностроение, 2003.
13. A. Gavrilin, B. Moyzes, O. Zharkevich Constructive and processing methods of reducing vibration level of the metalworking machinery elements. Journal of Vibroengineering, 17 (7), pp. 3495-3504.
14. A. Gavrilin, B. Moyzes, A. Cherkasov. Research Methods of Milling Technology Elements. Applied Mechanics and Materials: Scientific Journal. Vol. 756 (2015). DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.756.35
15. Гаврилин А.Н., Виноградов А.А., Серебряков К.В. Виброрегитратор-Ф. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014661189. Заявка № 2014618793, 02.09.2014.
16. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2005. – 9 с.
17. ГОСТ 12.1003.-83 ССБТ "Шум. Общие требования безопасности"