

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Специальность 140604 - "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"

Кафедра электропривода и электрооборудования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Автоматизация технологического процесса гидродинамических исследований скважин на основе частотно-регулируемого асинхронного электропривода</b>

УДК 62-83-523:622.24:532.001.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Лоншаков Сергей Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов И.Г.	Кандидат технических наук, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	Кандидат технических наук, доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дементьев Ю.Н.	Кандидат технических наук, доцент		

Томск – 2016 г.

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт ЭНИН  
 Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра ЭПЭО

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Выпускной квалификационной работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Лоншакову Сергею Николаевичу

Тема работы:

<b>Автоматизация гидродинамических исследований скважин на основе частотно-регулирующего асинхронного электропривода</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2399/С от 28.03.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.05.2016г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Гидродинамическое исследование скважин. Нагрузка реактивная, режим работы периодический. Основное требование к электроприводу запорного клапана – точность, дешевизна.</p> <p>Диаметр трубопровода.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Ознакомление с существующей системой ГДИС; составление функциональной схемы автоматизации процесса нагнетания при ГДИС; расчет и выбор необходимого оборудования; построение имитационной модели; анализ социальной безопасности; оценка технического уровня.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Функциональная схема электропривода. Имитационная модель электропривода. Графики переходных процессов.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Проектно-расчетная часть</p>	<p>Однокопылов Иван Георгиевич</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Грахова Елена Александровна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Сечин Андрей Александрович</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>01.03.2016г</p>
--	--------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Однокопылов Иван Георгиевич	Кандидат технических наук		01.03.2016г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Лоншаков Сергей Николаевич		01.03.2016г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 82 с., 29 рис., 12 табл., 18 источников.

Ключевые слова: Инжект-тест, гидродинамические исследования.

Объектом исследования являются гидродинамические исследования скважин.

Цель работы – автоматизация процесса гидродинамического исследования скважин.

В процессе исследования проводились: расчет и выбор оборудования, разработка имитационной модели.

В результате исследования выбрано оборудование, получены графики переходных процессов.

Область применения: добыча газа.

Экономическая эффективность: срок окупаемости составляет полтора года.

## Введение

Гидродинамические исследования скважин (ГДИС) – совокупность различных мероприятий, направленных на измерение определенных параметров (давление, температура, уровень жидкости, дебит и др.) и отбор проб пластовых флюидов (нефти, воды, газа и газоконденсата) в работающих или остановленных скважинах и их регистрацию во времени. [15]

Интерпретация ГДИС позволяет оценить продуктивные и фильтрационные характеристики пластов и скважин (пластовое давление, продуктивность или фильтрационные коэффициенты, обводненность, газовый фактор, гидропроводность, проницаемость, пьезопроводность, скин-фактор), а также особенности околоскважинной и удаленной зон пласта. Эти исследования являются прямым методом определения фильтрационных свойств горных пород в условиях залегания, характера насыщения пласта (газ, нефть, вода) и физических свойств пластовых флюидов (плотность, вязкость, объемный коэффициент, сжимаемость, давление насыщения). [15]

Целью данной дипломной работы является автоматизация процесса гидродинамического исследования скважин.

Исходя из поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- ознакомление с существующей системой ГДИС;
- составление функциональной схемы автоматизации процесса нагнетания при ГДИС;
  - расчет и выбор необходимого оборудования;
  - построение имитационной модели.
  - анализ социальной безопасности;
  - оценка технического уровня.

Объектом исследований является схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин (инжект-тест) с использованием проходного регулировочного клапана.

Теоретической и методологической основой дипломной работы является диалектико–материалистический подход к изучению автоматизации технологического процесса гидродинамических исследований скважин на основе системы «преобразователь частоты – асинхронный двигатель», общенаучные методы исследования, системный подход, анализ и синтез, статистические наблюдения, экспертные оценки.

## 1. Технологический процесс

### 1.1 Технологический процесс гидродинамических исследований

Угольный пласт представляет собой нетрадиционный коллектор трещиновато–пористого типа с двойной пористостью. Микропористость матрицы угля, содержащая на поверхности сорбированный метан, характеризуется значениями проницаемости в  $10^{-9}$  мкм<sup>2</sup>, макропористая проницаемость сформированная системой трещин эндогенной отдельности и слоистости – кливажем. Размеры пустот колеблются от нескольких ангстрем до миллиметров и определяют широкий диапазон значений проницаемости углей, достигающих 0,1 мкм<sup>2</sup>. При рассмотрении конкретного геолого–структурного элемента метаноугольного месторождения на значения проницаемости оказывают влияние много факторов, таких как, напряженно–деформированное состояние массива, метаморфизм, микрокомпонентный состав и физико–механические свойства углей. [4]

В условиях открытых гидрогеологических систем, к которым относится большинство метаноугольных месторождений Кузбасса, пластовое давление близко к гидростатическому. При снижении давления в угольном пласте до критического давления десорбции начинается процесс фазового перехода метана из сорбированного состояния в свободное. Газ диффузионным потоком направляется в трещины различного порядка с последующей фильтрацией к скважине. Постепенно понижая уровень воды в скважине ниже наиболее глубокого продуктивного пласта, формируется депрессионная воронка, в пределах которой основным флюидом в пластах является метан. Поэтому фильтрационные свойства вскрытых пластов угля определяют зону влияния скважины, динамику выхода скважины на максимальные дебиты и, как следствие, применяемые технологии разработки месторождений. [4]

Определение проницаемости угольных пластов и оценка состояния около скважинного пространства на всех этапах поисково–разведочных работ и

разработки метаноугольных месторождений является одной из основных геолого–промысловых задач. Предпочтительным методом получения необходимой информации о фильтрационных характеристиках угольных пластов являются гидродинамические исследования скважин (ГДИС). [4]

Данные, полученные при гидродинамических исследованиях, используются как исходные для гидродинамического моделирования, позволяют выбирать технологии интенсификации притока газа и осуществлять выбор оптимального режима работы технологического оборудования скважины на периоды освоения и эксплуатации скважины. [4]

При исследовании большого количества объектов в разведочных скважинах важно выбрать оптимальный метод ГДИС, который позволит получить в сжатые сроки корректные значения фильтрационных характеристик продуктивных горизонтов. На начальных этапах разработки месторождений до вызова притока флюида из угольных пластов, когда основная система трещинных каналов заполнена пластовой жидкостью эффективным методом исследования фильтрационных характеристик угольных пластов является инжект–тест. Целью данной статьи является рассмотрение особенностей проведения гидродинамических исследований на репрессии в средне– и низкопроницаемых коллекторах, а также составление возможных вариантов автоматизации процесса нагнетания, что повысит эффективность и точность инъекционного теста. [4]

Инжект–тест реализуется нагнетанием жидкости в пласт на протяжении определенного периода времени и последующим закрытием скважины и регистрацией кривой изменения забойного давления. В научных работах зарубежные специалисты отмечают, что при проведении таких испытаний фильтрационный поток в системе трещин считается однофазным, интерпретация таких исследований значительно упрощается по сравнению с технологиями ГДИС при многофазном потоке, которые учитывают относительные фазовые проницаемости.[4] Схема компоновки подземного обо-

рудования, используемого при проведении инжект-теста, представлена на рисунке 1.

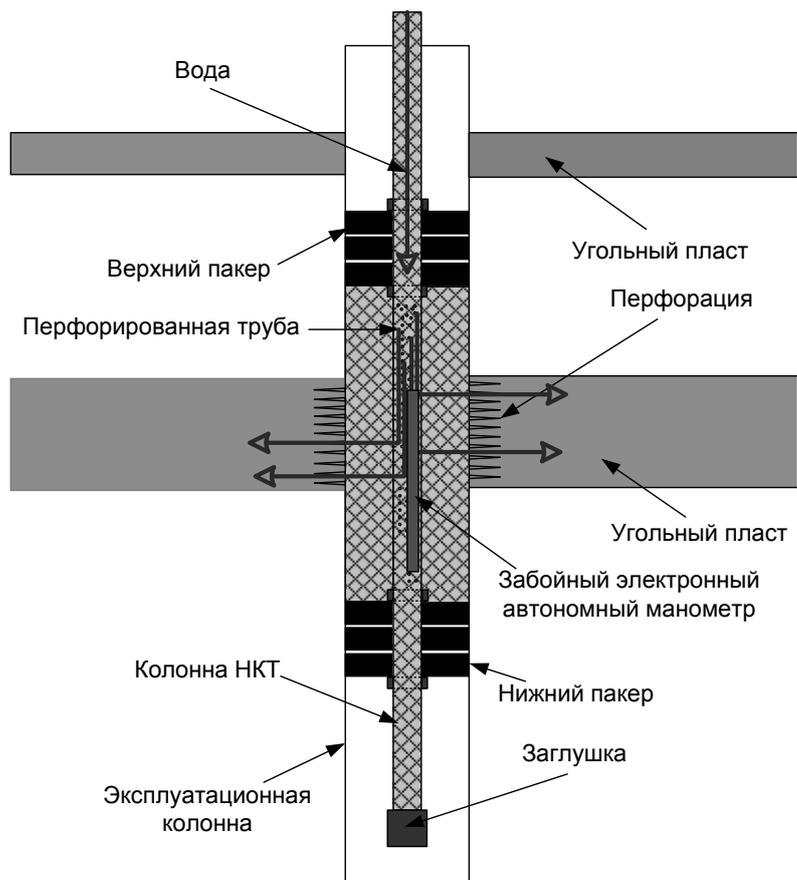


Рисунок 1 – Схема компоновки подземного оборудования, используемого при проведении инжект-теста

## 1.2 Способы автоматизации гидродинамических исследований

Для осуществления правильной интерпретации гидродинамических исследований проводимых в скважинах необходимо иметь надежные входные параметры, определяющие физические свойства горного массива вмещающего угольные пласты и фильтрующиеся в нем флюиды. При планировании ГДИС необходимо определить время нагнетания жидкости в угольный пласт, время регистрации кривой падения давления, расходы жидкости при закачке. [4]

При математическом описании гидродинамических процессов, происходящих в пласте во время испытания, предполагается, что пласт является горизонтальным с постоянной мощностью, бесконечным по протяженности, однородным и изотропным по своей структуре и без нарушений (экранов, сбросов и т.д.) в зоне исследования. [4]

Первым шагом при планировании инжект–теста является оценка времени влияния объема ствола скважины.

Необходимо отметить, что если расход жидкости подобран правильно и будет поддерживается постоянным, то устьевое давление в скважине при проведении испытания будет оставаться избыточным, что устранил изменение коэффициента влияния ствола скважины, а самое главное упростит последующую интерпретацию данных ГДИС. [4]

Одним из простых решений автоматизации гидродинамических исследований скважин на репрессии является использование регулируемого насоса высокого давления. Схема автоматизации представлена на рисунке 2.

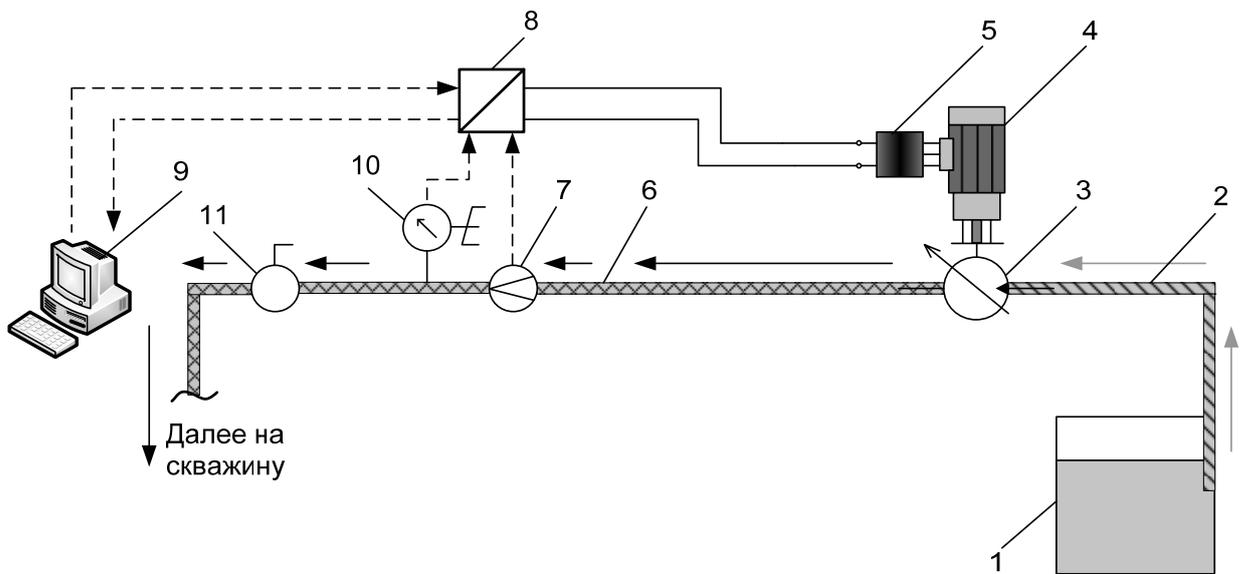


Рисунок 2 – Схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин методом репрессии с использованием регулируемого насоса высокого давления

На рисунке 3 представлена схема автоматизации гидродинамических исследований скважин методом инжектирования с использованием проходного регулировочного клапана. Схема работает следующим образом. [4]

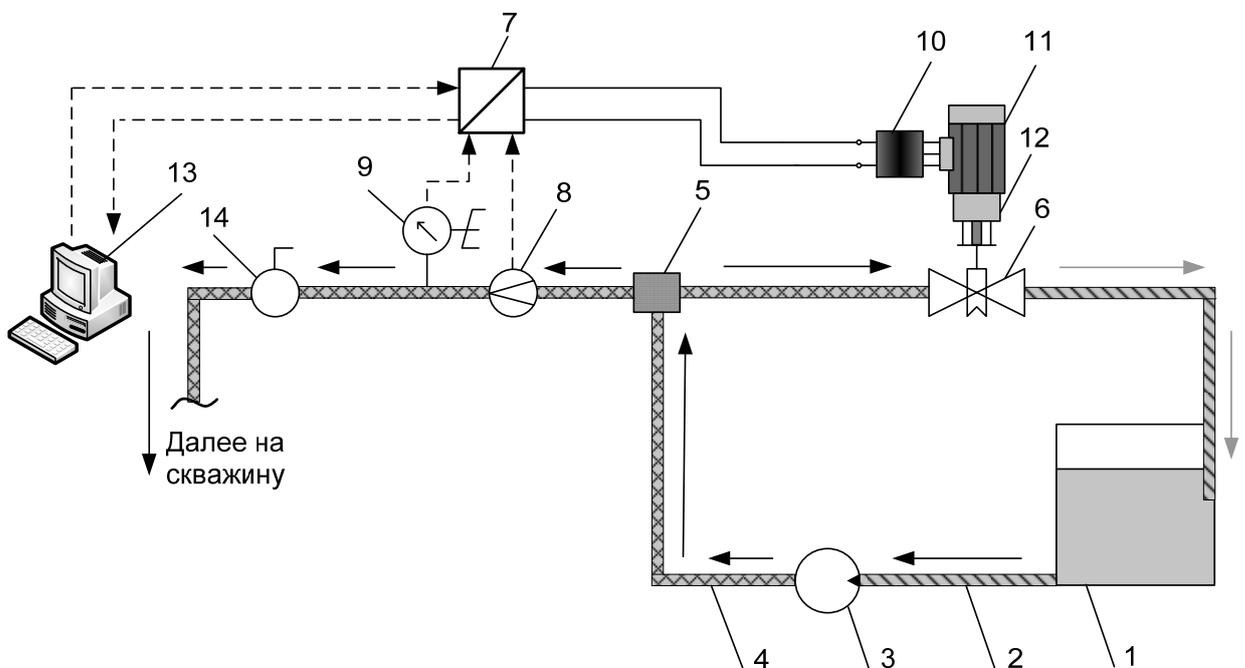


Рисунок 3 – Схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин (инжект-тест) с использованием проходного регулировочного клапана

Для исключения дорогостоящего расходомера, который включен в трубопроводе высокого давления, можно видоизменить схему, путем переноса расходомера в сбросной трубопровод. Измененная схема представлена на рисунке 4.

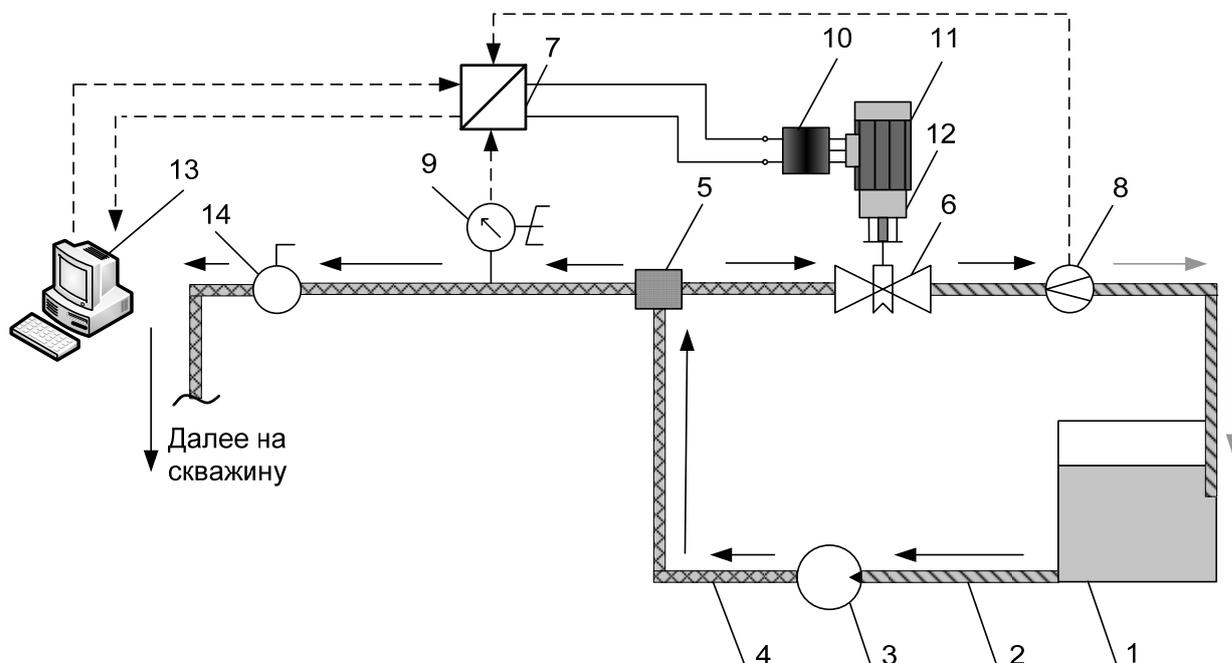
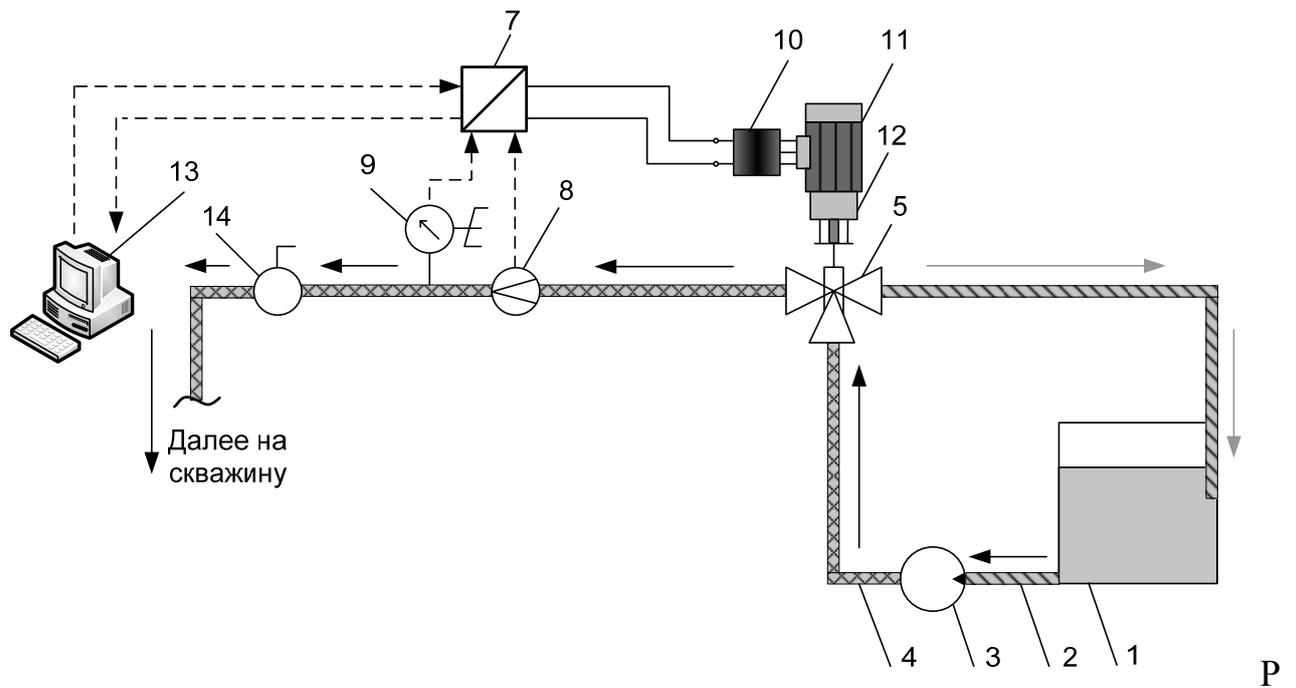


Рисунок 4 – Схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин (инжект–тест) с использованием проходного регулировочного клапана

На рисунке 5 представлена схема автоматизации гидродинамических исследований скважин нагнетанием с использованием регулировочного трехходового клапана.



исунок 5 – Схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин (инжект–тест) с использованием регулировочного трехходового клапана

### 1.3 Функциональная схема

В данной дипломной работе была выбрана схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин с использованием проходного регулировочного клапана. Функциональная схема такой системы представлена на рисунке 6.

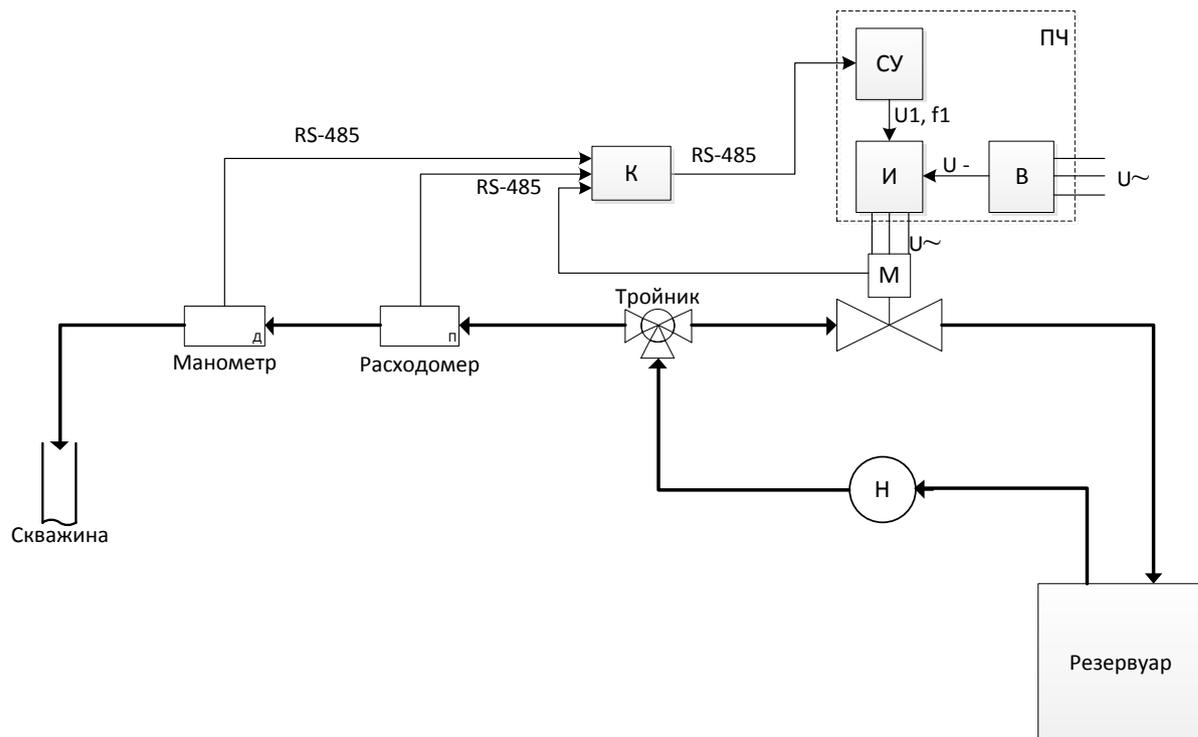


Рисунок 6 – Функциональная схема автоматизации процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях скважин с использованием проходного регулировочного клапана

### 3. Имитационные исследования электропривода в среде MATLAB

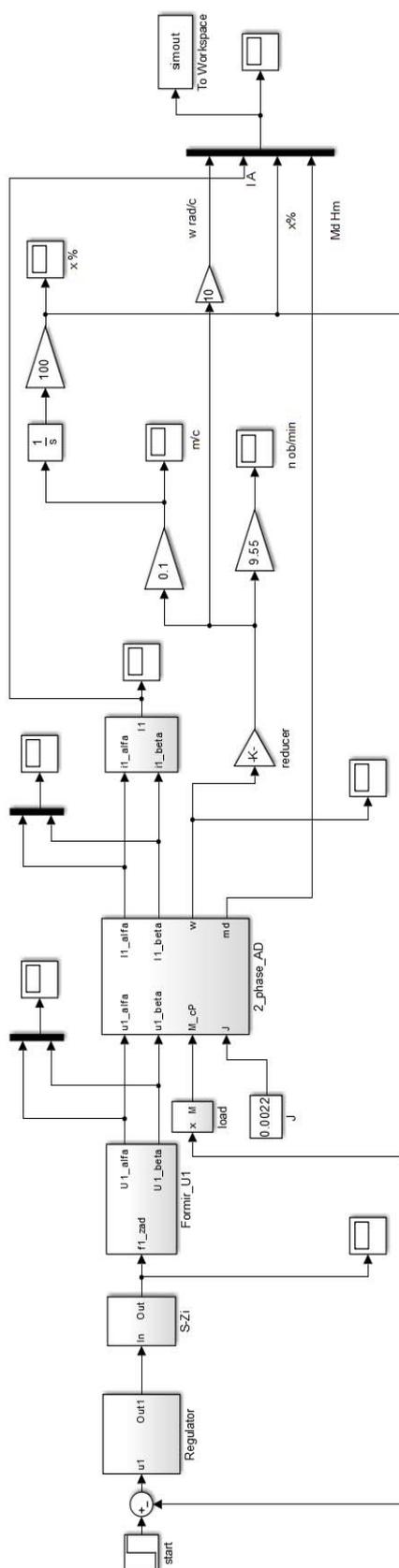


Рисунок 22 – Имитационная модель электропривода запорного игольчатого клапана [9]

При помощи имитационной модели получены следующие графики переходных процессов, изображенные на рисунках 23 – 29.

На рисунках приняты следующие обозначения:

$x$  – величина перемещения иглы клапана, %;

$\omega$  – угловая скорость двигателя, рад/с;

$I$  – ток двигателя, А;

$M$  – момент на валу двигателя, Нм.

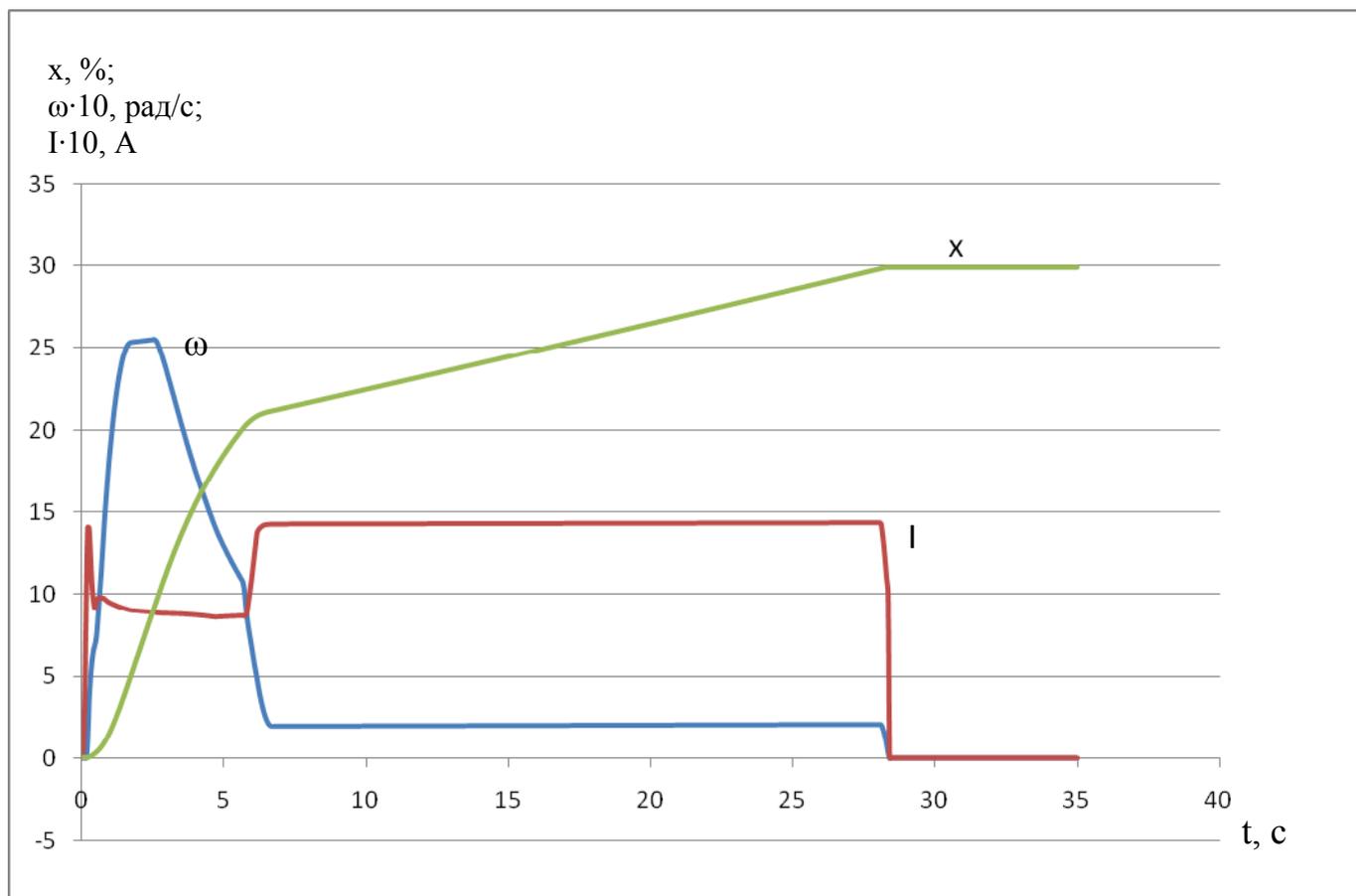


Рисунок 23 – График переходных процессов поднятия иглы запорного клапана

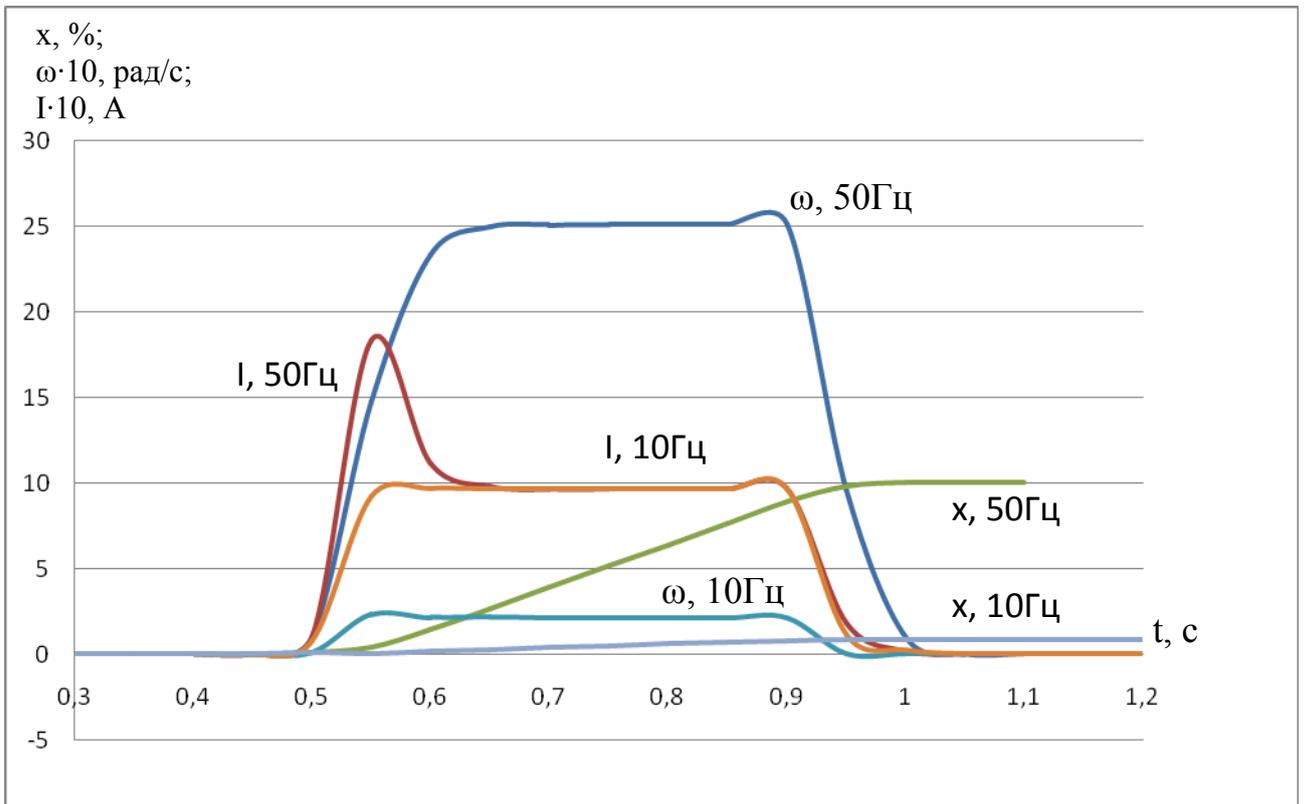


Рисунок 24 – График переходных процессов поднятия иглы запорного клапана при разной частоте

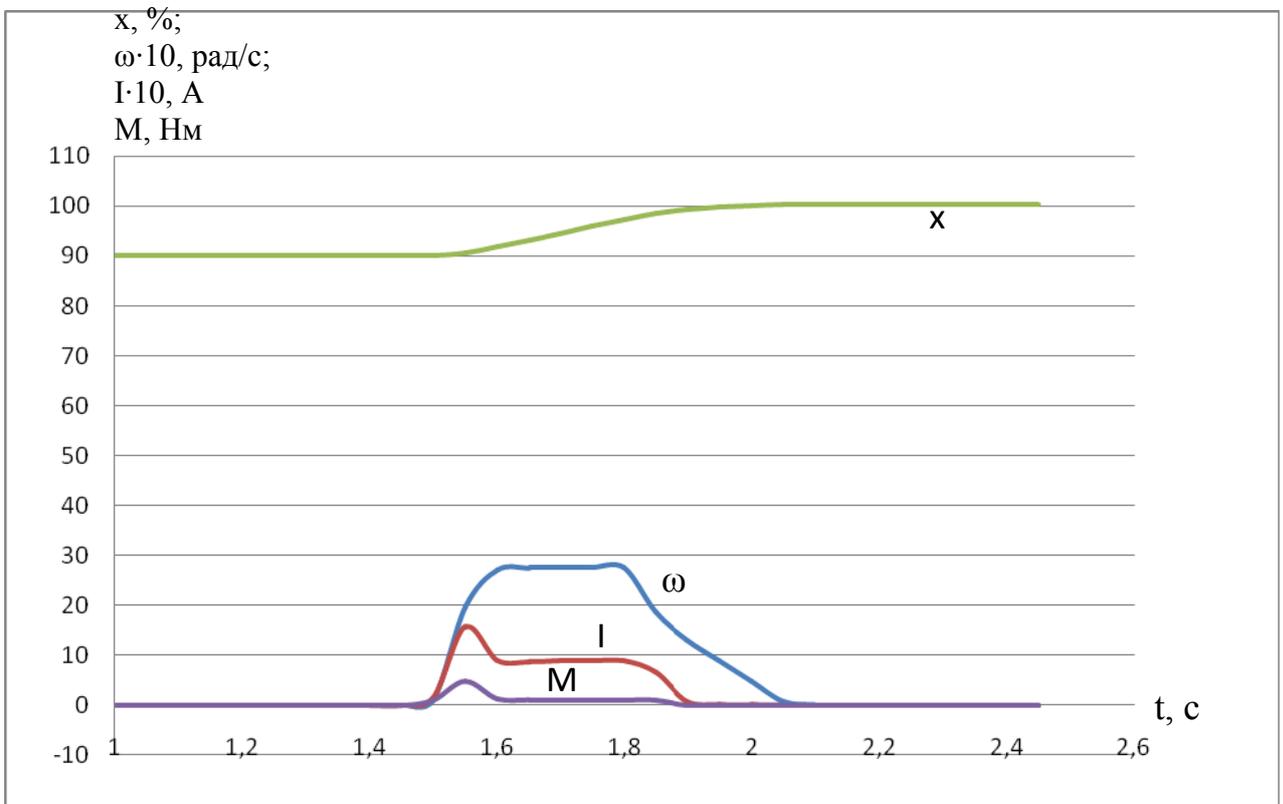


Рисунок 25 – График переходных процессов поднятия иглы запорного клапана на 10% в конце хода

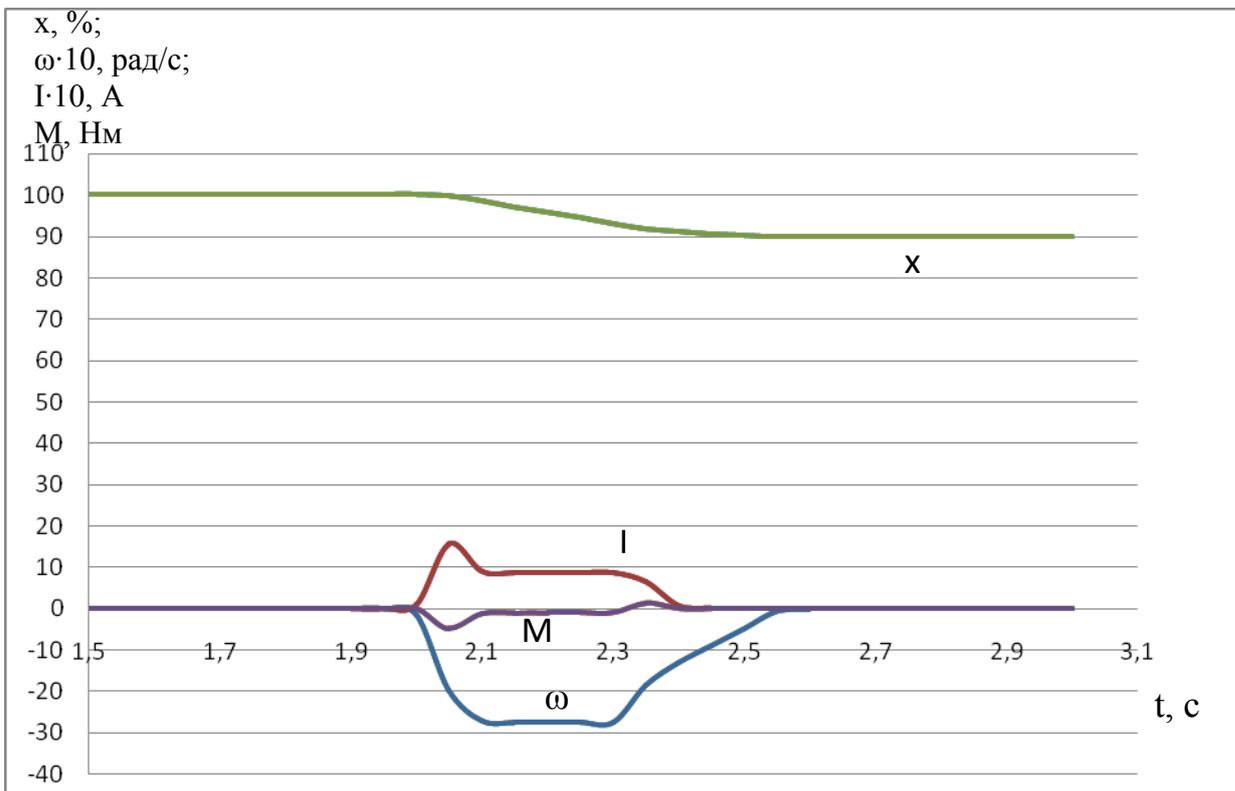


Рисунок 26 – График переходных процессов опускания иглы запорного клапана на 10%

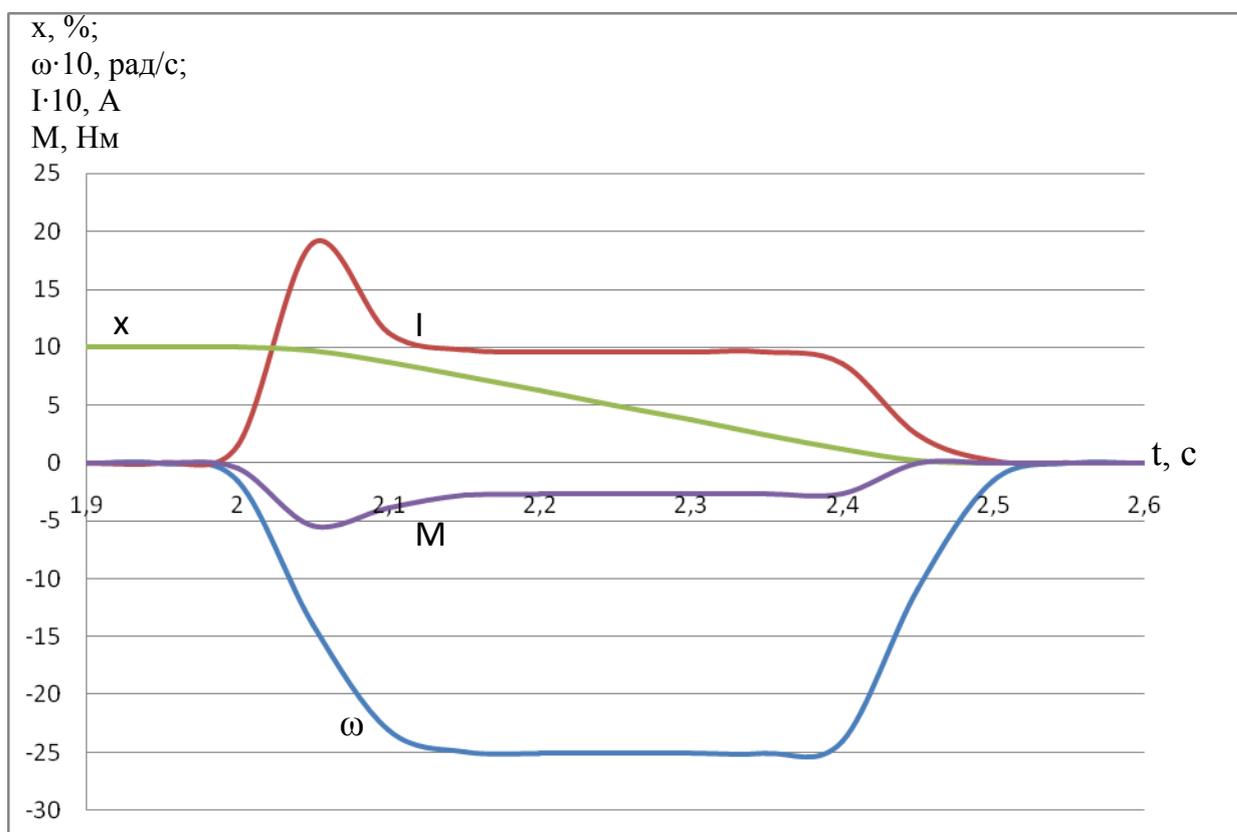


Рисунок 27 – График переходных процессов опускания иглы запорного клапана на 10% в конце хода

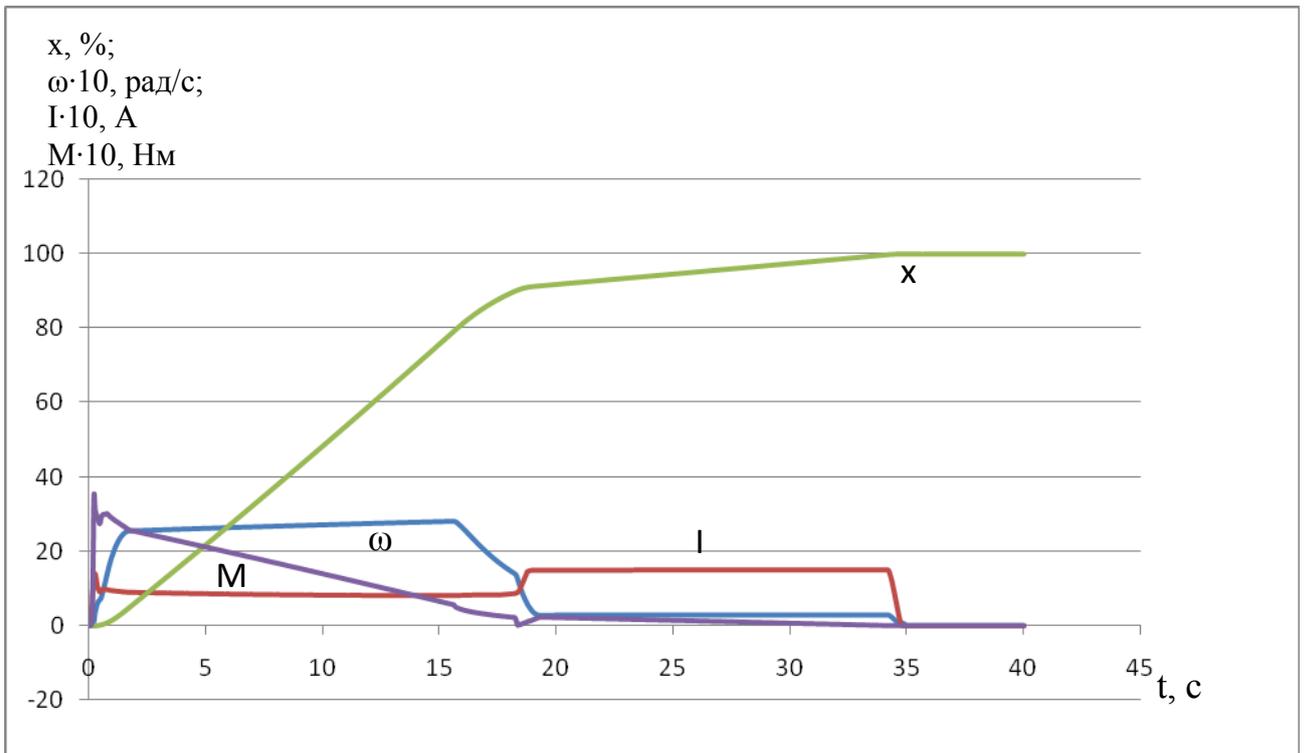


Рисунок 28 – График переходных процессов поднятия иглы запорного клапана на 100%

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-7100	Лоншакову Сергею Николаевичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Стоимость материалов и оборудования</li> <li>– Квалификация исполнителей</li> <li>– Трудоемкость работы</li> </ul>
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нормы амортизации</li> <li>– Размер минимальной оплаты труда</li> </ul>
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные фонды

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка технического уровня
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Организация и планирование научно-исследовательских и проектных работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет затрат и договорной цены проекта

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения и бюджет НИ	
2. 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
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

#### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Лоншаков Сергей Николаевич		

## 1. Оценка технического уровня

Проведение геофизических исследований в скважинах методом инъекционного теста основано на подаче воды в угольный пласт с избыточным давлением и регистрации изменения давления в процессе нагнетания и ожидания его спада. При обработке результатов исследований с использованием специализированного программного пакета инъекционный тест позволяет определить водопроницаемость, емкостной коэффициент исследуемого угольного пласта, скин-фактор призабойной зоны скважины и степень ее загрязнения на различных стадиях разработки скважины. На основании полученных данных оценивается качество проведенной стимуляции пласта и даются рекомендации по дальнейшему использованию скважины. [13]

Сущность метода заключается в следующем:

Производится закачка воды в пласт при расходе  $Q=50-60$  л/час в течение 6 часов или при достижения расчетного давления (на каждый пласт своё обычно 10 Мпа). Далее закрывается шаровой кран и скважина становится на КВД (кривая восстановления давления) на 24 часа. Пласт поглощает воду которую нагнетали в пласт и давление падает, а манометры прописывают значения вот и получается кривая восстановления давления.

Самое главное процесс закачки нужно проводить при определенном расходе. Насос высокого давления не регулируемый он работает на постоянной производительности (но и с ростом давления производительность насоса тоже падает), поэтому часть воды сбрасывается при помощи сбросного вентиля обратно в ёмкость. Управление сбросным вентилем осуществляет человек, он наблюдает за данными манометра и расходомера, затем в зависимости от этих данных открывает либо закрывает вентиль.

С применением асинхронного двигателя в качестве привода данного вентиля можно избежать следующие недостатки системы: человеческий фактор (низкое время реагирования, ошибка регулирования); затраты на заработную плату.

## 2. Организация и планирование научно-исследовательских и проектных работ

Планирование заключается в составлении перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи; определении участников каждой работы; установлении продолжительности работ в рабочих днях; построении линейного или сетевого графика и его оптимизации.

Таблица 1 – Состав и структура основных этапов проектирования

Наименование этапов	Продолжительность этапов, рабочее время
Подготовительный этап	3
Разработка теоретической части темы	2
Составление функциональной схемы электропривода	1
Расчет и выбор оборудования (двигателя, преобразователя частоты, контроллера, расходомера)	2
Выбор метода управления АД	1
Расчет параметров схемы замещения АД	2
Построение статических характеристик АД	1
Компьютерное моделирование	5
Оформление пояснительной записки	4
<b>Всего</b>	<b>21</b>

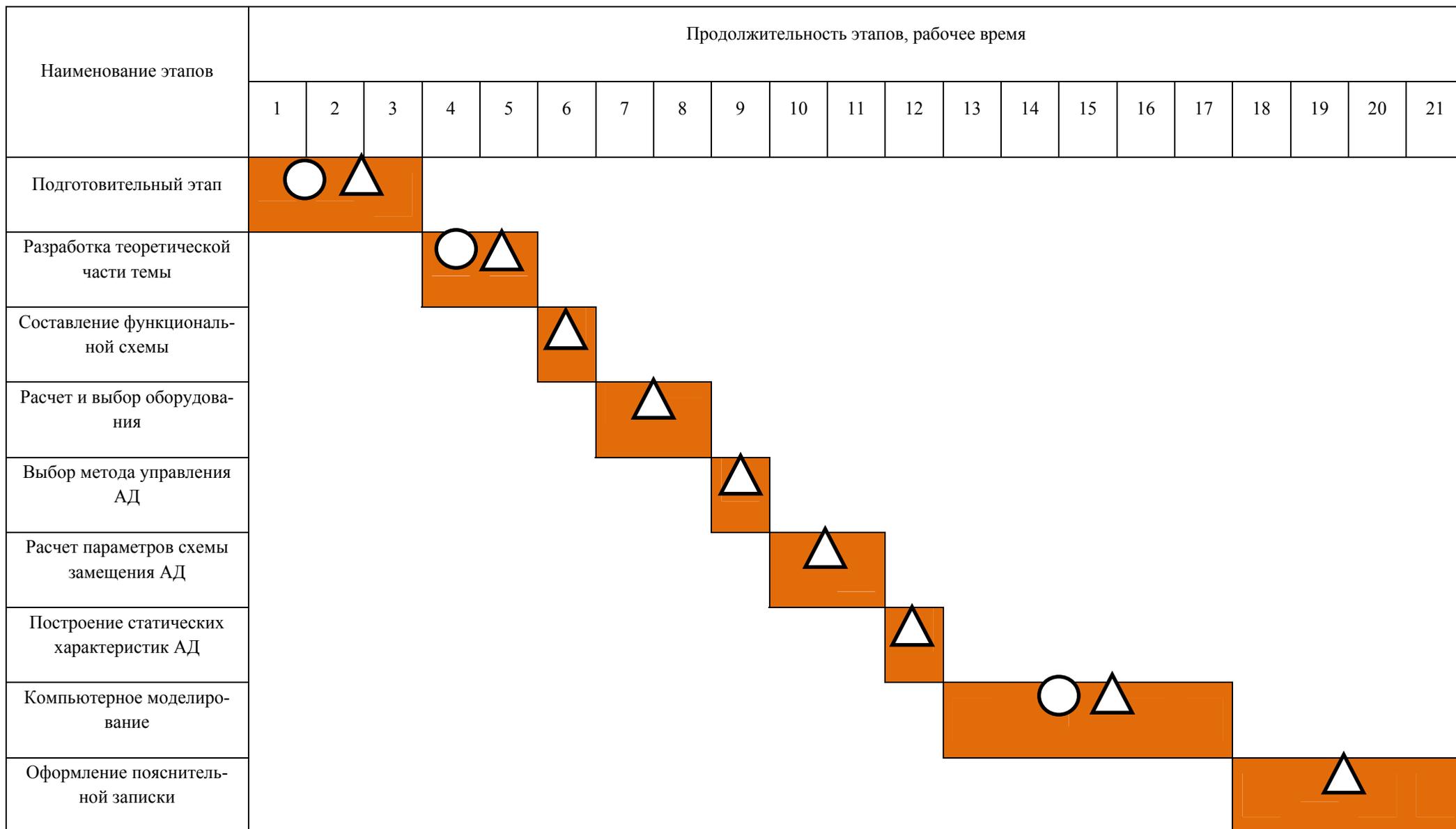


Рисунок 1 – Линейный график

○ – Руководитель;    △ – Инженер.

### 3. Расчет затрат и договорной цены проекта электропривода запорного клапана в системе ГДИС

Таблица 2 – Затраты и договорная цена

Элементы текущих затрат	Сумма текущих затрат, руб.
Материальные затраты	37000
Затраты на оплату труда	23132,2
Отчисления на социальные нужды	6939,68
Амортизация основных фондов и нематериальных активов	408,3
Прочие затраты	94376,2
Итого себестоимость разработки	161788
Прибыль	48536,3
Договорная цена	210324

1. Материальные затраты:

$$МЗ = Ц_{пк} + Ц_{мфу} + Ц_{конц} + Ц_{карт} = 25 + 10 + 0,5 + 1,5 = 37 \text{ тыс. руб.} \quad (4.1)$$

2. Затраты на оплату труда:

Величина планового фонда заработной платы определяется по формуле:

$$ЗП = ЗП_{т} + ЗП_{д} + ЗП_{п}, \quad (4.2)$$

где  $ЗП_{т}$  – тарифный фонд заработной платы (по окладам);

$ЗП_{д}$  – дополнительная заработная плата за неотработанное время (отпуск);

$$ЗП_{д} = 0,1 ЗП_{т} \quad (4.3)$$

$Z\Pi_{\text{п}}$  – доплаты за условия работы и проживания 0,3  $Z\Pi_{\text{т}}$  (учитывается по-ясной коэффициент и доплата за вредные и опасные условия работы).

Для бюджетных организаций воспользуемся тарифными ставками Единой тарифной сетки (ЕТС), при тарифной ставке 1-го разряда 5550 руб./мес.[14]

Рассчитаем заработную плату руководителя при тарифной ставке 15-ого разряда:

$$Z\Pi_{\text{т}} = \frac{5550 \cdot 3,62 \cdot 10}{30} = 6697 \text{ руб}$$

(4.4)

$$Z\Pi_{\text{п}} = 6697 \cdot 0,1 = 669,7 \text{ руб} \quad (4.5)$$

$$Z\Pi_{\text{р}} = (6697 + 669,7) \cdot 1,3 = 9576,71 \text{ руб}$$

(4.6)

Рассчитаем заработную плату инженера при тарифной ставке 10-ого разряда:

$$Z\Pi_{\text{т}} = \frac{5550 \cdot 2,44 \cdot 21}{30} = 9479,4 \text{ руб}$$

(4.7)

$$Z\Pi_{\text{п}} = 9479,4 \cdot 0,1 = 947,94 \text{ руб}$$

(4.8)

$$Z\Pi_{\text{ин}} = (9479,4 + 947,94) \cdot 1,3 = 13555,5 \text{ руб} \quad (4.9)$$

$$Z\Pi_{\Sigma} = Z\Pi_{\text{р}} + Z\Pi_{\text{ин}} = 9576,71 + 13555,5 = 23132,2 \text{ руб} \quad (4.10)$$

3. Отчисления на социальные нужды:

Отчисления на социальные нужды составляют 30% от заработной платы.

$$C_{\text{сн}} = 3\text{пз} \cdot 0,3 = 6939,68 \text{ руб}$$

(4.11)

4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов:

(4.12)

$T_{\text{сл}}$

Где:  $T_{\text{сл}}$  – срок службы оборудования;

– цена оборудования.

Таблица 3 – Стоимость оборудования необходимого для проектирования

Наименование	Кол-во	$T_{\text{сл}}$ Срок службы лет	Цена, руб
Системный блок	1	5	20000
Монитор	1	5	6000
Клавиатура	1	5	800

Мышь	1	5	500
Многофункциональное устройство (МФУ)	1	5	7700
Итого			35000

5. Прочие затраты:

Прочие затраты составляют 140% от суммы всех затрат.

$$= (37000 + 23132,2 + 6939,68 + 408,3) \cdot 1,4 = 94376,2 \quad (4.13)$$

6. Итого себестоимость разработки:

$$(4.14)$$

$$= 37000 + 23132,2 + 6939,68 + 408,3 + 94376,2 = 161788 \text{ руб.}$$

7. Прибыль:

Прибыль составляет 30% от себестоимости разработки.

$$ПР = С \cdot 0,3 = 161788 \cdot 0,3 = 48536,3 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

8. Договорная цена:

$$Ц = С + ПР = 161788 + 48536,3 = 210324 \text{ руб.} \quad (4.16)$$

Таблица 4 – Смета затрат на оборудование

Наименование	Стоимость, руб.
Преобразователь частоты HYUNDAI N700E-370HF	79900
Электропривод ПЭМ-А16	16500
Контроллер Schneider Modicon M238	3800
Расходомер US800	21000
Манометр ДМ5002Г	10325

Период окупаемости системы можно определить по выражению:

(4.17  
)

мес.

Где:

**$K_{лч}$**

– цена преобразователя частоты;

**$K_{лр}$**

– цена привода;

**$K_{к}$**

– цена контроллера;

**$K_{р}$**

– цена расходомера;

– цена манометра;

**K<sub>проект</sub>**

– затраты на проектирование;

**И<sub>раб</sub>**

– средняя ежемесячная зарплата рабочего, управляющего сбросным краном;

стоимость электроэнергии в месяц;

**P<sub>дв</sub>**

– мощность двигателя;

– время работы в сутки;

**Тар** – тариф на электроэнергию по Томской области.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-7100	Лоншаков Сергей Николаевич

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭПЭО</b>
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

#### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</li> <li>– опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</li> <li>– негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</li> <li>– чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</li> </ul>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная температура поверхностей ПК;</li> <li>– повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> <li>– повышенный уровень статического электричества;</li> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>– прямая и отраженная блескость;</li> <li>– зрительное напряжение;</li> <li>– монотонность трудового процесса;</li> <li>– нервно-эмоциональные перегрузки.</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;</li> <li>– взрывоопасность угольной пыли</li> </ul>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Работа за компьютером регламентируется следующими документами, устанавливающие обязательные для всех организаций требования: «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Р 2.2.2006-05» (утв. Главным госсанврачом РФ 29.07.2005), а также Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», утв. Главным госсанврачом РФ 30.05.2003 ((в ред. Изменения № 1, утв. 25.04.2007 № 22).</p>

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размер-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная температура поверхностей ПК;</li> <li>– повышенная или пониженная влажность воздуха;</li> <li>– повышенный уровень статического электричества;</li> <li>– повышенный уровень электромагнит-</li> </ul>
--	--

<p>ностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>ных излучений;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>– прямая и отраженная блескость;</li> <li>– зрительное напряжение;</li> <li>– монотонность трудового процесса;</li> <li>– нервно-эмоциональные перегрузки.</li> </ul>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	<p>Электрический ток. Для электробезопасности предусмотрено заземление электрооборудования.</p> <p>При добыче газа возможны взрывы. Для предотвращения используется защитное оборудование электроаппаратов.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Основная опасность для экологии при добыче сланцевого газа заключается в использовании большого количества химикатов, которые смешиваются с водой и песком. Операцию гидроразрыва пластов (ГРП) на одной территории приходится повторять до 10 раз в год. При гидроразрыве химическая смесь пропитывает породу, что ведёт к загрязнению больших территорий, а также грунтовых вод.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>Аварийные ситуации</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>Работодатели при установке ПК обязаны выполнить следующий перечень требований:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• к помещению;</li> <li>• к освещению;</li> <li>• к организации медицинского обследования пользователей.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	<b>01.03.2016г.</b>
---	---------------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Сечин Андрей Александрович	кандидат технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-7100	Лоншаков Сергей Николаевич		

## **Введение**

Проведение геофизических исследований в скважинах методом инъекционного теста основано на подаче воды в угольный пласт с избыточным давлением и регистрации изменения давления в процессе нагнетания и ожидания его спада. При обработке результатов исследований с использованием специализированного программного пакета инъекционный тест позволяет определить водопроницаемость, емкостной коэффициент исследуемого угольного пласта, скин-фактор призабойной зоны скважины и степень ее загрязнения на различных стадиях разработки скважины. За всеми этими данными наблюдает оператор при помощи персонального компьютера.

### **1. Техногенная безопасность**

В последние годы большое внимание уделяется улучшению условий труда пользователей электронно-вычислительных машин (ПЭВМ), несмотря на то, что качество и безопасность самих ПЭВМ постоянно улучшаются. В развитых странах, в том числе в США, Германии, Швеции, вопрос об опасности работы за дисплеями поднялся до уровня национальной проблемы, а в Германии работа за дисплеями входит в список 40 наиболее вредных и опасных профессий.[1]

Работа с персональным компьютером — это воспроизведение визуальной информации на дисплее, которая должна быстро и точно восприниматься пользователем.

Основным фактором, влияющим на производительность труда людей, работающих с ПЭВМ, являются комфортные и безопасные условия труда.[2]

Условия труда пользователя, работающего с персональным компьютером, определяются:

- особенностями организации рабочего места;
- условиями производственной среды (освещением, микроклиматом, шумом, электромагнитными и электростатическими полями, визуальными эргономическими параметрами дисплея и т. д.);

- характеристиками информационного взаимодействия человека и персональных электронно-вычислительных машин.

При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) согласно ГОСТу 12.0.003-74 ССБТ [17]. Могут иметь место следующие факторы:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- повышенная контрастность;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки.

Работа на ПК сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора. Одной из основных особенностей является иной принцип чтения информации, чем при обычном чтении. При обычном чтении текст на бумаге, расположенный горизонтально на столе, считывается работником с наклоненной головой при падении светового потока на текст. При работе на ПК оператор считывает текст, почти не наклоняя голову, глаза смотрят прямо или почти прямо вперед, текст (источник — люминесцирующее вещество экрана) формируется по другую сторону экрана, поэтому пользователь не считывает отраженный текст, а смотрит непосредственно на источник света, что вынуждает глаза и орган зрения в целом работать в несвойственном ему стрессовом режиме длительное время.

Расстройство органов зрения резко увеличивается при работе более четырех часов в день. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) ввела понятие “компьютерный зрительный синдром” (КЗС), типовыми симптомами которого являются жжение в глазах, покраснение век и конъюнктивы, чувство ино-

родного тела или песка под веками, боли в области глазниц и лба, затуманивание зрения, замедленная перефокусировка с ближних объектов на дальние.[2]

Нервно-эмоциональное напряжение при работе на ПК возникает вследствие дефицита времени, большого объема и плотности информации, особенностей диалогового режима общения человека и ПК, ответственности за безошибочность информации. Продолжительная работа на дисплее, особенно в диалоговом режиме, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии.

Кроме того, при повышенных нервно-психических нагрузках в сочетании с другими вредными факторами происходит “выброс” из организма витаминов и минеральных веществ. При работе в условиях повышенных нервно-эмоциональных и физических нагрузок гиповитаминоз, недостаток микроэлементов и минеральных веществ (особенно железа, магния, селена) ускоряет и обостряет восприимчивость к воздействию вредных факторов окружающей и производственной среды, нарушает обмен веществ, ведет к изнашиванию и старению организма. Поэтому при постоянной работе на ПК для повышения работоспособности и сохранения здоровья к мерам безопасности относится защита организма с помощью витаминно-минеральных комплексов, которые рекомендуется применять всем, даже практически здоровым пользователям ПК.

Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках. Из всех недомоганий, обусловленных работой на компьютерах, чаще встречаются те, которые связаны с использованием клавиатуры. В период выполнения операций ввода данных количество мелких стереотипных движений кистей и пальцев рук за смену может превысить 60 тыс., что в соответствии с гигиенической классификацией труда относится к категории вредных и опасных. Поскольку каждое нажатие на клавишу сопряжено с сокращением мышц, сухожилия непрерывно скользят вдоль костей и соприкасаются с тканями, вследствие чего

могут развиваться болезненные воспалительные процессы. Воспалительные процессы тканей сухожилий (тендениты) получили общее название “травма повторяющихся нагрузок”. [2]

Большинство работающих рано или поздно начинают предъявлять жалобы на боли в шее и спине. Эти недомогания накапливаются постепенно и получили название “синдром длительных статических нагрузок” (СДСН).

Другой причиной возникновения СДСН может быть длительное пребывание в положении “сидя”, которое приводит к сильному перенапряжению мышц спины и ног, в результате чего возникают боли и неприятные ощущения в нижней части спины. Основной причиной перенапряжения мышц спины и ног являются нерациональная высота рабочей поверхности стола и сидения, отсутствие опорной спинки и подлокотников, неудобное размещение монитора, клавиатуры и документов, отсутствие подставки для ног.

Естественный свет имеет высокую биологическую и гигиеническую ценность, так как обладает благоприятным для зрения человека спектральным составом и оказывает положительное воздействие на психологическое состояние человека - создает ощущение связи его с окружающим миром. Отсутствие или недостаток естественного освещения в рабочем помещении классифицируют как вредный производственный фактор.

В зависимости от типа промышленного здания естественное освещение может быть верхним - через световые фонари в крыше, боковым - через оконные проемы и комбинированным.

Предприятия, как правило, имеют боковое естественное освещение. При одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение коэффициента естественной освещенности в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов. При двустороннем боковом освещении нормируется в точке посередине помещения.

Естественное освещение должно осуществляться через светопроёмы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 % в зонах с устой-

чивым снежным покровом и не ниже 1,5 % на остальной территории. Коэффициент пульсации освещенности не выше 15%. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк.

Психофизиологические вредные факторы: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

Повышенная влажность воздуха создает неблагоприятные метеорологические условия - происходит нарушение терморегуляции и перегревание организма, уменьшается испарение пота, а следовательно, уменьшается и отдача тепла организмом, что резко ухудшает состояние и работоспособность человека. Низкая относительная влажность воздуха способствует испарению пота, в результате чего происходит быстрая отдача тепла организмом. Понижение относительной влажности воздуха до 20 % вызывает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Таблица 1 – Оптимальные параметры микроклимата помещений с использованием ПЭВМ.

Температура, °С	Относительная влажность, %	Абсолютная влажность, г/м <sup>3</sup>	Скорость движения воздуха, м/с
19	62	10	< 0,1
20	58	10	< 0,1
21	55	10	< 0,1

Слабые электромагнитные поля (ЭМП) мощностью сотые и даже тысячные доли Ватт высокой частоты для человека опасны тем, что интенсивность таких полей совпадает с интенсивностью излучений организма человека при обычном функционировании всех систем и органов в его теле. В результате этого взаимодействия собственное поле человека искажается, провоцируя развитие различных заболеваний, преимущественно в наиболее ослабленных звеньях организма.[2]

Тепловое воздействие ЭМП характеризуется повышением температуры тела, локальным избирательным нагревом клеток, тканей и органов вследствие

перехода ЭМП в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от количества поглощенной энергии и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела. Отток тепла затруднен в органах и тканях с плохим кровоснабжением. К ним в первую очередь относится хрусталик глаза, вследствие чего возможно развитие катаракты. Тепловому воздействию ЭМП подвергаются также паренхиматозные органы (печень, поджелудочная железа) и полые органы, содержащие жидкость (мочевой пузырь, желудок). Нагревание их может вызвать обострение хронических заболеваний.[2]

Таблица 2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах.

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела. Обычно чувствительным для человека является пропускание тока силой более 1 мА. Кроме того, на установках высокого напряжения возможен удар электрическим током без прикосновения к токоведущим элементам, в результате утечки тока или пробоя воздушного промежутка.

Сила поражения зависит от мощности разряда, от времени воздействия, от характера тока (постоянный или переменный), от состояния человека — влажности рук и т. п., а также от места соприкосновения и пути прохождения тока по организму. Последствия:

- Из-за высокого электрического сопротивления человеческих тканей происходит довольно быстрое их нагревание, что может вызывать ожоги.

- Даже сравнительно малые напряжения, порядка 110—230 В, при кратковременном контакте с грудной клеткой могут вызывать сбой в работе сердечной мышцы (60 мА для переменного тока, 300—500 мА для постоянного). Удар током также используется для восстановления работы сердца, таким образом устраняя эффект фибрилляции. Такой прибор называется дефибриллятором.

- Удар током может вызвать сбой в работе нервной системы, например, беспорядочные сокращения мышц. Повторяющиеся удары могут вызвать невропатию. Острая электротравма может стать причиной нарастающей асистолии.

- При поражении головы электрическим током возможна потеря сознания.

- При достаточно высоких напряжении и силе тока могут возникать так называемые электрические дуги, наносящие сильные термические ожоги. Электрическая дуга также создает сильное световое излучение (ярче, чем Солнце), поэтому, например, сварщики используют специальные маски (очки) с темным стеклом (светофильтром), чтобы защитить глаза, и специальные перчатки и одежду, чтобы обезопасить себя от удара током.

Взрывоопасность угольной пыли.

Основными факторами, влияющими на взрывчатость угольной пыли, являются ее дисперсность и концентрация, выход летучих веществ, зольность и содержание влаги, а также вид источника воспламенения и состав шахтного воздуха.

Дисперсностью угольной пыли называется степень измельченности частичек пыли. Наиболее опасны в отношении взрыва пылевые частицы размером от 10 до 75 мкм. Тонкодисперсная пыль размером менее 10 мкм обладает пониженной взрывчатостью. Наиболее высокими взрывчатыми свойствами обладает угольная пыль с размерами частиц 45 мкм.

Выход летучих веществ. При массовой доле летучих частиц менее 10% угольная пыль практически не обладает взрывчатыми свойствами. При наличии

10-25% летучих веществ степень взрывчатости угольной пыли очень быстро возрастает, при выходе летучих веществ более 25% взрывчатость увеличивается менее быстрыми темпами. Наиболее легко взрывается пыль с содержанием летучих веществ от 17% до 32%.

## **2. Организационные мероприятия обеспечения безопасности.**

Для существенного уменьшения боли и неприятных ощущений, возникающих у пользователей ПК, необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения.

К числу факторов, ухудшающих состояние здоровья пользователей компьютерной техники, относятся электромагнитное и электростатическое поля, акустический шум, изменение ионного состава воздуха и параметров микроклимата в помещении. Немаловажную роль играют эргономические параметры расположения экрана монитора (дисплея), состояние освещенности на рабочем месте, параметры мебели и характеристики помещения, где расположена компьютерная техника.[2]

Типичными ощущениями, которые испытывают к концу рабочего дня операторы ПЭВМ, являются: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

Длительная и интенсивная работа на компьютере может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний, таких, как травма повторяющихся нагрузок (ТПН), представляющая собой постепенно накапливающиеся недомогания, переходящие в заболевания нервов, мышц и сухожилий руки.

К профессиональным заболеваниям, связанным с ТПН, относятся:

- тендовагинит — воспаление сухожилий кисти, запястья, плеча;
- тендосиновит — воспаление синовиальной оболочки сухожильного основания кисти и запястья;
- синдром запястного канала (СЗК) – вызывается ущемлением срединного нерва в запястном канале. Накапливающаяся травма вызывает образо-

вание продуктов распада в области запястного канала, в результате чего вначале возникает отек, а затем СЗК.

Появляются жалобы на жгучую боль и покалывание в запястье, ладони, а также пальцах, кроме мизинца. Наблюдается болезненность и онемение, ослабление мышц, обеспечивающих движение большого пальца.[2]

Эти заболевания обычно наступают в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием электромагнитных полей, обусловлен их специфическим (нетепловым) и тепловым действием.

Специфическое воздействие ЭМП отражает биохимические изменения, происходящие в клетках и тканях. Наиболее чувствительными являются центральная и сердечно-сосудистая системы. Возможны отклонения со стороны эндокринной системы.

В начальном периоде воздействия может повышаться возбудимость нервной системы, проявляющаяся раздражительностью, нарушением сна, эмоциональной неустойчивостью. В последующем развиваются астенические состояния, т.е. физическая и нервно-психическая слабость. Поэтому для хронического воздействия ЭМП характерны: головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония (снижение артериального давления), брадикардия (урежение пульса), боли в сердце. Указанные симптомы могут быть выражены в разной степени.

### **3. Особенности законодательного регулирования проектных решений.**

С 30 июня 2003 г. введены новые Санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 [18]. Требования Санитарных правил распространяются на вычислительные электронные цифровые машины персональные и портативные; периферические устройства вычислительных комплексов (принтеры, сканеры, клавиатуру, модемы внешние); устройства отображения информации (видеодисплейные терминалы — ВДТ) всех типов, условия и организацию работы с ПЭВМ и направлены на предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ. Рабочие места с использованием ПЭВМ и помещения для их эксплуатации должны соответствовать требованиям Санитарных правил.[2]

### **4. Региональная безопасность.**

Одной из 2-х базовых технологий для добычи сланцевого газа является технология гидравлического разрыва пласта (Hydraulic fracturing). Гидравлический разрыв пласта — это процесс, который предполагает введение смеси воды, песка и химических веществ в газоносные породы под чрезвычайно высоким давлением (500-1500 атм). Давление приводит к образованию крошечных трещин, которые позволяют газу вырваться. Вся эта система трещин связывает скважину с удаленными от забоя продуктивными частями пласта. Для предотвращения смыкания трещин после снижения давления в них вводят крупнозернистый песок, добавляемый в жидкость, нагнетаемую в скважину. Радиус трещин может достигать нескольких десятков метров.[3]

Процесс разрыва в большой степени зависит от физических свойств жидкости и, в частности от ее вязкости. Чтобы давление разрыва было наименьшим, нужно, чтобы она была фильтрующей. Повышение вязкости так же, как и уменьшение фильтруемости жидкостей, применяемых при разрыве пластов, осуществляется введением в них соответствующих добавок. Такими загустителями для углеводородных жидкостей, применяемых при разрыве пластов, являются соли органических кислот, высокомолекулярные и коллоидные соеди-

нения нефти (например, нефтяной гудрон и другие отходы нефтепереработки). Значительной вязкостью и высокой песконесущей способностью обладают некоторые нефти, керосино-кислотные и нефте-кислотные эмульсии, применяемые при разрыве карбонатных коллекторов, и водо-нефтянные эмульсии. Эти жидкости и используются в качестве жидкостей разрыва и жидкостей-песконосителей при разрыве пластов в нефтяных скважинах. Применение жидкостей разрыва и жидкостей-песконосителей на углеводородной основе для разрыва пластов в водонагнетательных скважинах может привести к ухудшению проницаемости пород для воды вследствие образования смесей воды с углеводородами. Во избежание этого явления пласты в водонагнетательных скважинах разрывают загущенной водой. Для загущения применяют сульфид-спиртовую борду (ССБ) и другие производные целлюлозы, хорошо растворимые в воде. Как правило жидкости используемые при ГРП канцерогенные. Особую опасность представляет собой возможность попадания химических реагентов, используемых при гидравлическом разрыве в пласты содержащие артезианскую воду, используемую для питья.[3]

Основная опасность для экологии при добыче сланцевого газа заключается в использовании большого количества химикатов, которые смешиваются с водой и песком. Операцию гидроразрыва пластов (ГРП) на одной территории приходится повторять до 10 раз в год. При гидроразрыве химическая смесь пропитывает породу, что ведёт к загрязнению больших территорий, а также грунтовых вод.

Именно поэтому в штате Нью-Йорк в США добыча сланцевого газа была запрещена. В Европе, где экологическое законодательство более жёсткое, чем в США, это может стать основной причиной, по которой добыча сланцевого газа не получит серьёзного распространения. Профессор Владимир Мордкович, автор инновационной российской технологии переработки попутного газа, считает, что в будущем с добычей сланцевого газа будут связаны громкие экологические скандалы.

Профессор Украинского государственного химико-технологического университета Вильям Задорский сообщил о возможных, даже найвероятнейших последствиях, которые следуют после добычи сланцевого газа с помощью выбранного выигравшими тендер фирмами метода гидроразрыва сланцевого пласта:

- заражение грунтовых вод химическими реактивами для гидроразрыва;
- разрушительные процессы в самом грунте и в почве, вплоть до сейсмической нестабильности и землетрясений;
- заражение почвы от слива отработанной воды и множества других сопутствующих технологических факторов;
- загрязнение воздуха выбросами не только углеводородов, но и 369 веществ (из них более половины токсичных), входящих в раствор, закачиваемый для Fracking-процесса (гидроразрыва);
- проседание почвы в местах гидроразрыва.

При осуществлении гидроразрыва пласта с помощью мощных насосных станций в скважину производят закачку так называемых «жидкостей разрыва» (гель, в некоторых случаях вода либо кислота). Для поддержания трещины в открытом состоянии в терригенных коллекторах используется расклинивающий агент-проппант, в карбонатных — кислота, которая разъедает стенки созданной трещины. Эти агрессивные вещества могут попадать в водоносные слои и, соответственно, загрязнять их.[3]

Главной же экологической проблемой, по мнению заместителя директора НТЦ «Психея» Геннадия Рябцева, является возможность загрязнения водоносных пластов метаном и используемыми растворами. «Даже очищенный буровой раствор, в котором на химические добавки приходится всего 1-2%, способен отравить грунтовые воды, тем более, что из скважин поднимают только треть используемой воды. Некоторые компоненты, которые применяют для достижения требуемой вязкости жидкости разрыва, имеют канцерогенный характер, поэтому их попадание в пласты, содержащие подземные воды, опасно. К тому же, трещины от гидроразрыва могут распространяться вверх, загрязняя

грунтовые воды закачиваемой жидкостью или способствуя поступлению в них метана», - считает эксперт. По словам Г.Рябцева, уголовная ответственность за проведение гидроразрывов введена во Франции, мораторий на гидроразрыв введен в штате Нью-Йорк (США), а также – на землях Нижняя Саксония и Северный Рейн-Вестфалия (ФРГ). При этом он подчеркнул, что технология добычи сланцевого газа сопряжена с риском нанести вред экологии. В сланцевую породу закачивается огромное количество воды, необходимой для гидроразрыва, что может нанести серьезный вред окружающей среде.[3]

### **5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.**

Обеспечение безопасности производственных объектов нефтяной и газовой промышленности — одно из основных условий успешного функционирования и развития нефтегазовой отрасли.

Нефтегазовая промышленность относится к потенциально опасным отраслям. Одними из основных загрязнителей атмосферы являются летучие органические соединения, доля которых в выбросах достигает 20 %. Большое количество воды, используемой в технологических процессах, приводит к загрязнению сточных вод. К загрязнителям относятся также нефтяные шламы, образующиеся при строительстве нефтяных и газовых скважин, при разработке и эксплуатации месторождений; сточные воды, содержащие нефтепродукты, образующиеся при очистке резервуаров, емкостей и другого оборудования. Хранение некоторых видов отходов сопряжено с загрязнением природных водоемов, многие хранилища-накопители переполнены или требуют ревизии. К мероприятиям по модернизации производства нефтегазового комплекса относятся управление техногенными рисками; разработка оборотного водоснабжения промышленных предприятий с рециркуляцией сточных вод и с устойчивым функционированием системы, с учетом запаздываний изменения регулируемых параметров жидкости в системе трубопроводов и т.д.

Факторы отказа элементов на объектах нефтегазового комплекса:

- разрыв трубопроводов, подающих реагенты и воду в нагнетательные скважины;

- разрыв любых соединений между блоками в технологическом оборудовании нагнетательных и эксплуатационных скважин, а также при транспортировке добытой продукции;
- серьезное нарушение герметичности или разрушение корпуса любого элемента, через который подаются жидкие, газообразные вещества и вода;
- скачки напряжения или полное отключение подачи электроэнергии в электросети;
- воспламенение веществ и оборудования;
- стихийные бедствия и т.п.

Для предотвращения чрезвычайной ситуации можно использовать следующие мероприятия:

- размещать наиболее ответственные или потенциально опасные звенья технологической линии в герметических отсеках производственного здания или сооружения;
- разделять отдельные части технологического оборудования прочными несгораемыми перегородками;
- предусматривать резервное электропитание для всех звеньев технологической линии;
- использовать сейсмически устойчивые здания и сооружения;
- оперативно блокировать работу технологической линии и вспомогательного оборудования при наступлении потенциально опасных чрезвычайных ситуаций.

## Заключение

Для автоматизации гидродинамического исследования скважин было выбрано следующее оборудование:

- манометр марки ДМ5002Г;
- расходомер марки US-800;
- контроллер марки Schneider Modicon M238;
- преобразователь частоты HYUNDAI N700E–370HF;
- игольчатый регулирующий клапан с электроприводом марки ПЭМ–А16;

Электропривод игольчатого клапана выпускается в продаже вместе с асинхронным двигателем марки АИР63В6.

Рассчитал и построил механические и электромеханические характеристики двигателя.

Создал имитационную модель, позволяющую получить графики переходных процессов электропривода регулировочного клапана.

При помощи имитационной модели, созданной в среде MATLAB, были рассмотрены следующие ситуации:

- работа привода под ступенчатой нагрузкой и без нагрузки;
- работа привода под плавно изменяющейся нагрузкой;
- работа привода при различных частотах питающего напряжения;
- изменение величины перемещения иглы клапана на малые (<10%) и большие (>10%) расстояния.

В ходе ознакомления с существующей системой ГДИС было выяснено что в данный момент управление запорным клапаном в ОАО «Газпром промгаз» осуществляется в ручном режиме. В связи с этим можно сказать, что автоматизация процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях

скважин с использованием проходного регулировочного клапана является актуальной темой. Срок окупаемости оборудования составит 12 месяцев.

## Список использованной литературы

1. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистров всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ. На/Сост. Ю.В.Бородин, В.Н.Извеков, Е.В.Ларионова, А.М.Плахов. - То Томск: Изд – во Томского политехнического универ-та, 2014. – 20 с.
2. Вредные и опасные факторы при работе с компьютером. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/vrednye-factory-pri-rabote-na-pk.html> (дата обращения: 22.05.2014).
3. Вред окружающей среде при добыче сланцевого газа – [Электронный ресурс]. – URL: <http://orgproduct.jimdo.com/> (дата обращения: 22.05.2014).
4. И.Г. Однокопылов, В.В. Гнеушев, Д.А. Сизиков, В.В. Шишляев. Автоматизация процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях фильтрационных характеристик угольных пластов. Томский политехнический университет, ОАО «Газпром промгаз», г. Москва
5. Логический контроллер Modicon M238 – Руководство по эксплуатации, 2011г.
6. Приводы электрические многооборотные ПЭМ – Руководство по эксплуатации ЯЛБИ.421312.014 РЭ. ОАО «АБС ЗЭиМ Автоматизация», г. Москва.
7. Расходомер – счетчик жидкости ультразвуковой US-800 – Руководство по эксплуатации. ООО «Водотеплоприборы», г. Москва
8. Манометр цифровой ДМ5002Г – Руководство по эксплуатации 5Ш0.283.342 РЭ.
9. Н.В.Кояин, О.П.Мальцева, Л.С.Удут. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод. Имитационные модели в среде моделирования MATLAB-Simulink. Методика настройки систем управления электропривода. г. Томск 2014г.
10. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.

11. Инструкция, руководство по эксплуатации частотного преобразователя N700E.
12. Электромеханические свойства двигателей переменного тока – [Электронный ресурс]. – URL: [http://model.exponenta.ru/epivod/glv\\_030.htm](http://model.exponenta.ru/epivod/glv_030.htm) (дата обращения: 5.05.2014).
13. Исследования фильтрационных свойств угольных пластов – [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.uglemetan.ru/field\\_tests.htm](http://www.uglemetan.ru/field_tests.htm) (дата обращения: 10.05.2014).
14. Л.А.Коршунова, Н.Г. Кузьмина. Технико-экономическое обоснование инновационного проекта. Методические указания по выполнению экономического раздела ВКР для студентов энергетических специальностей всех форм обучения. Издательство Томского политехнического университета Томск – 2012.
15. Гидродинамические исследования скважин. Википедия – [Электронный ресурс]. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 10.05.2014).
16. Чернышев А.Ю., Чернышев И.А. Электропривод переменного тока: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 218 с.
17. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», утв. Главным госсанврачом РФ 30.05.2003 ((в ред. Изменения № 1, утв. 25.04.2007 № 22).