

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b> <b>Регулятор системы контроля уровня жидкости в резервуаре на основе нечеткой логики</b>
--

УДК 004.42:004.942:681.515:681.128

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Чэнь Шицун		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т.Е.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Авдеева И.И.	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е. И.	к.т.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
<b>УК(У)-10</b>	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.
<b>УК(У)-11</b>	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.
<b>ОПК(У)-2</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
<b>ОПК(У)-3</b>	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
<b>ОПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.
<b>ПК(У)-2</b>	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.
<b>ПК(У)-3</b>	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств.
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.
<b>ПК(У)-5</b>	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
<b>ПК(У)-6</b>	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа.
<b>ПК(У)-7</b>	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем.

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>ПК(У)-8</b>	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-9</b>	Способен определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-10</b>	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления.
<b>ПК(У)-11</b>	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования.
<b>ПК(У)-18</b>	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.
<b>ПК(У)-20</b>	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>ПК(У)-21</b>	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством.
<b>ПК(У)-22</b>	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

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

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Т82	Чэнь Шицун

Тема работы:

Регулятор системы контроля уровня жидкости в резервуаре на основе нечеткой логики	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	14.02.2022 №45-49/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

#### 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>Устройство для контроля уровня жидкости</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Лабораторный стенд</li> <li>-Программные пакеты Matlab</li> </ul>
---	--

<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>Проанализируйте систему нечеткого управления; изучите производительность системы нечеткого управления и системы ПИД-регулирования при контроле уровня жидкости в резервуаре для воды в MatLab и исследуйте влияние системы нечеткого управления на контроль уровня жидкости.</p>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Слайд 1. Название темы.  Слайд 2. Предпосылки исследования  Слайд 3. Схемы управления  Слайд 4. Математическое описание объекта  Слайд 5. Математическое описание объекта  Слайд 6. Имитационная модель системы ПИД-регулирования  Слайд 7. Нечеткая система управления  Слайд 8. Нечеткая система управления.  Слайд 9. Функции принадлежности.  Слайд 10. Имитационная модель нечеткого управления в MATLAB  Слайд 11. Система моделирования ПИД- и нечеткого управления.  Слайд 12. Сравнение ПИД- и нечеткого регуляторов  Слайд 13. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Т.В.
Социальная ответственность	Авдеева И.И.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**  
**Нет**

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

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Татьяна Егоровна	к.т.н., доцент		

--	--	--	--	--

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Чэнь Шицун		08.06.2022



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования – Бакалавриат  
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники  
Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2022 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2022 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Мамонова Т.Е.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	К.Т.Н., доцент		

### ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т82		Чэнь Шицун	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Регулятор системы контроля уровня жидкости в резервуаре на основе нечеткой логики	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b>	<p><i>Объект исследования: Нечеткий контроллер</i></p> <p><i>Область применения: Используется для повышения качества систем автоматического управления</i></p> <p><i>Рабочая зона: <u>школьная лаборатория</u></i></p> <p><i>Размеры <u>лаборатории 50 квадратных метров</u></i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i></p> <p><i><u>Компьютер и программное обеспечение Matlab</u></i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i></p> <p><i><u>Симуляция и моделирование выполняются в simlink на программном пакете Matlab, и выполняется анализ ошибок.</u></i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</b>  <i>1.</i>	<p>Требования к организации оборудования рабочих мест с ПК регулируется СП 2.2.3670-20.</p> <p>Трудовой Кодекс РФ</p>
<b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения</b>	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>- микроклимат;</li> <li>- повышенный уровень шума и вибрации.</li> </ul> <p>Психофизические факторы – монотонность труда</p>

	<p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электрический ток (источником является ПК);</li> <li>- повышенная напряжённость электростатического поля;</li> <li>- короткое замыкание</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</b></p>	<p><i>Воздействие на селитебную зону:</i> отсутствует.</p> <p><i>Воздействие на литосферу:</i> в виде отходов, возникших при поломке персонального компьютера, люминесцентных ламп и других электроприборов, отходы макулатуры.</p> <p><i>Воздействие на гидросферу:</i> продукты жизнедеятельности персонала.</p> <p><i>Воздействие на атмосферу:</i> отсутствует.</p>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b></p>	<p><b>Возможные ЧС:</b></p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (обвал производственного здания или оборудования, пожар в случае короткого замыкания)</p> <p><b>Наиболее актуальная ЧС:</b> возникновение пожара.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.05.2022
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Чэнь Шицун		24.05.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
158Т82	Чэнь Шицун

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость ресурсов определялась по средней рыночной стоимости, и в соответствии с окладами сотрудников организации.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30% районный коэффициент, коэффициент дополнительной заработной платы 12%;
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	30% отчисления во внебюджетные фонды

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

<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i></li> </ul>	Представить оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i></li> </ul>	Разработать план научно-исследовательских работ и рассчитать затраты
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i></li> </ul>	Определить интегральный показатель эффективности научного исследования

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

1. Матрица SWOT
2. Альтернативы проведения НИ
3. Оценка ресурсной, финансовой эффективности НИ

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	канд.экон.наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Чэнь Шицун		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 75 с., 20 рис., 13 табл., 18 источников.

Ключевые слова: Регулятор уровня жидкости , нечеткая логика, фаззификация, дефаззификация, база правил, ПИД-регулятор.

Объектом исследования является управляющий эффект нечеткого регулятора при регулировке уровня жидкости

Цель работы – Целью данной работы является изучение природы нечеткого регулятора, а его программная реализация представляет собой сравнение нечеткого устройства контроля уровня жидкости и ПИД-регулятора.

В процессе исследования проводились, строится математическая модель и строится нечеткая система управления для сравнения с системой ПИД-регулирования. Анализ выполняется в Matlab.

Результатом работы является то, что на основе сравнения системы нечеткого управления, построенной в Matlab, и традиционной системы ПИД-регулирования сделан вывод о том, что эффект управления нечетким регулятором с точки зрения регулирования уровня жидкости лучше, чем у ПИД-регулятора.

Область применения: Устройство контроля уровня жидкости в процессе промышленного производства, система контроля уровня воды в резервуаре для воды.

# Оглавление

Оглавление .....	13
Обзор литературы.....	15
ВВЕДЕНИЕ .....	16
1.ВЫБОР ТЕМЫ ПРЕДПОСЫЛКИ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ .....	17
1.1 Выбор темы предпосылки .....	17
1.2 Исследовательская значимость.....	18
2 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ .....	20
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ .....	23
3.1 Алгоритм ПИД-регулирования.....	23
3.2 Алгоритм цифрового ПИД-регулирования .....	25
3.3 Нечеткая система управления.....	26
3.4. Проектирование системы нечеткого управления уровнем жидкости в резервуаре для воды .....	34
4. ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРЕ ДЛЯ ВОДЫ .....	42
4.1 Введение в MATLAB.....	42
4.2 Моделирование уровня жидкости в резервуаре для воды в среде MATLAB .....	44
4.3 Этапы моделирования системы нечеткого управления simulink.....	45
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение....	51
5.1 Оценить коммерческий потенциал и перспективы научных исследований с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	51
5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований .....	52
5.3 Планирование научно-исследовательских работ .....	52
5.4 Бюджет на научно-технические исследования .....	54
5.4.2 Расчет стоимости специального оборудования для научных исследований .....	54
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	58
6 Социальная ответственность.....	60
6.1. Производственная безопасность.....	60
6.2. Экологическая безопасность.....	68
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	70
6.4 Вывод по разделу социальная ответственность .....	71

Заключение .....	73
Список использованных источников .....	74

## Обзор литературы

1965 Американский математик Л. Заде впервые предложил концепцию нечетких множеств, ознаменовав рождение нечеткой математики. Оригинальная логика и математика, основанные на двоичной логике, трудно поддаются описанию и имеют дело со многими неоднозначными объектами в реальном мире. Нечеткая математика и нечеткая логика, по сути, предназначены для точного описания и обработки нечетких объектов.

В настоящее время теория нечеткости и ее приложения становятся все более популярными среди людей, а также ценятся исследователями различных специальностей в академических кругах. Она играет важную роль в химической промышленности, машиностроении, металлургии, водоочистке и многих других областях. Основная причина заключается в том, что нечеткая логика сама по себе обеспечивает метод рассуждений, основанный на экспертных знаниях (или правилах) и даже семантических описаниях. Проектирование системы управления не требует знания точной математической модели контролируемого объекта. Необходимо только предоставить опыт, знания и рабочие данные экспертов или операторов на месте. Следовательно, для многих сложных систем, которые не могут создавать точные математические модели, могут быть получены лучшие результаты управления, и в то же время конструкция аппаратной схемы системы может быть упрощена. Она в полной мере демонстрирует свою способность эффективно управлять крупномасштабными системами, нелинейными системами и системами со структурной неопределенностью.

## ВВЕДЕНИЕ

Система контроля уровня жидкости представляет собой систему управления с уровнем жидкости в качестве контролируемого параметра, и она широко используется в различных областях промышленности. В процессе промышленного производства существует много предприятий, где необходимо контролировать уровень жидкости объекта управления, чтобы поддерживать уровень жидкости на заданном значении с высокой точностью. Контроль уровня жидкости обычно относится к контролю и регулировке уровня жидкости определенного объекта управления для достижения требуемой точности управления. В данной работе в качестве объекта исследования используется резервуар для воды системы контроля уровня жидкости, а уровень жидкости в резервуаре для воды является контролируемой величиной.

В этой статье рассматривается применение нечеткого управления в системе контроля уровня жидкости в резервуаре для воды. Сначала создается математическая модель системы контроля уровня жидкости, вводятся основные принципы ПИД-регулирования и нечеткого управления, а затем используется инструмент MATLAB для отслеживания объекта управления и установки значения, и проводится имитационное исследование нечеткого управления уровнем жидкости в резервуаре для воды. осуществлено. По сравнению с обычным ПИД-алгоритмом алгоритм нечеткого управления обладает высокой надежностью и хорошими динамическими характеристиками. Этот метод управления эффективен для управления системой резервуаров для воды с одной емкостью.

# 1.ВЫБОР ТЕМЫ ПРЕДПОСЫЛКИ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

## 1.1 Выбор темы предпосылки

С быстрым развитием промышленного производства требования к точности управления, скорости отклика, стабильности системы и адаптивности системы управления становятся все выше и выше. Однако контролируемые объекты в реальном промышленном производственном процессе часто имеют характеристики нелинейности и задержки, и часто бывает трудно достичь идеального эффекта управления. Поэтому большое практическое значение имеет изучение передовых стратегий управления нелинейными и запаздывающими объектами и повышение уровня управления их системы.

Система контроля уровня жидкости, упомянутая в этой статье, представляет собой экспериментальное устройство, которое может имитировать различные объекты управления. Устройство является идеальной платформой для теории автоматического управления, экспериментов и исследований. Оно может формировать объект управления многоуровневой системы. Пользователи могут выполнять классические обучающие эксперименты по управлению с помощью дизайна и отладку классических ПИД-регуляторов или посредством проектирования и отладки контроллеров с нечеткой логикой можно проводить обучающие эксперименты и исследования в области интеллектуального управления. Становление и развитие теории автоматического управления прошло три этапа: классическая теория управления, современная теория управления и теория интеллектуального управления. Среди них классическая теория управления и современная теория управления основаны на точных математических моделях, в то время как интеллектуальная теория управления подходит для решения задач, в которых модель системы и сама среда неопределенны. В 1987 году интеллектуальное управление официально стало самостоятельной дисциплиной. Это междисциплинарная дисциплина, объединяющая искусственный интеллект, исследования операций и теорию

автоматического управления. Нечеткое управление - это процесс имитации человеческого управления, который содержит опыт и знания человеческого управления. Следовательно, в этом смысле нечеткое управление также является разновидностью интеллектуального управления. Методы нечеткого управления могут быть использованы как для простых объектов управления, так и для сложных процессов.

## **1.2 Исследовательская значимость**

С быстрым развитием технологий промышленного производства уровень автоматизации и контроля производственного процесса, а также требования к качеству промышленной продукции и услуг также становятся все выше и выше. Появление каждого передового и практичного алгоритма управления оказывает положительное и эффективное стимулирующее воздействие на промышленное производство. Однако текущие результаты академических исследований не синхронизированы с фактическим уровнем производства и прикладных технологий. При нормальных обстоятельствах крупномасштабное применение алгоритмов в реальном производстве отстает от теоретических исследований на несколько лет, а иногда и на десятилетия. Это самая большая проблема, с которой сталкивается область контроля в настоящее время. Основная причина заключается главным образом в том, что теоретическим исследованиям все еще не хватает поддержки практического опыта. После применения в этой области будут возникать различные практические проблемы, что ограничивает его применение.

Поэтому в сегодняшнюю эпоху, когда еще невозможно воспроизвести реальные условия промышленного процесса в лаборатории, разработка экономичных и практичных экспериментальных устройств с типичными характеристиками объекта, несомненно, является кратчайшим путем к изучению быстрого преобразования теоретических результатов в технологию практического применения. Система контроля уровня жидкости представляет собой многовходовую и многовыходную, с большой задержкой, нелинейную и

связанную систему, которая имитирует многоконтейнерную технологическую систему. Исследование ее алгоритма контроля уровня жидкости имеет большое значение для реального инженерного применения.

Контролируемые объекты в управлении промышленным производственным процессом часто представляют собой системы с несколькими входами и несколькими выходами, и существует явление связи между контурами. То есть определенный вход системы влияет на несколько выходов системы, или на определенный выход системы влияют несколько системных входов. Иногда развязка многомерной системы может привести к получению удовлетворительных результатов управления. Экспериментальное устройство системы контроля уровня жидкости имитирует множество типичных нелинейных изменяющихся во времени многосвязных систем на промышленных объектах. Часто бывает трудно достичь идеального эффекта управления с помощью обычных методов управления, поэтому изучение его алгоритма управления имеет большое практическое значение.

## 2 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В этой статье изучается система уровня жидкости в резервуаре для воды с одной емкостью. При замене регулирующего клапана уровень жидкости в резервуаре для воды изменится соответствующим образом. Принцип работы системы показан на рисунке 2-1. Скорость притока воды  $Q_{in}$  регулируется насосом, а скорость оттока  $Q_{out}$  изменяется пользователем через открытие затвора. Скорректированная величина представляет собой уровень воды  $H$  для анализа динамических характеристик уровня воды при нарушении открытия регулирующего клапана:

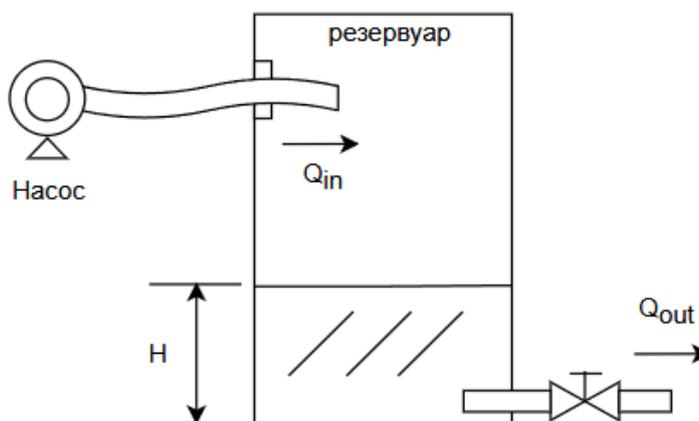


Рис. 2.1 Модель резервуара для воды

Согласно соотношению равновесия, когда процесс выходит из исходного стабильного состояния, уровень жидкости в резервуаре для воды остается неизменным, а статическое уравнение равно:

$$Q_1 - Q_2 = 0 \quad (2.1)$$

где  $Q_1$  и  $Q_2$  являются входом и выходом воды из нижнего резервуара в стабильном состоянии соответственно.

$Q_{in}$  и  $Q_{out}$  - объем воды на входе и объем воды на выходе в исходном стабильном состоянии соответственно. Если емкость резервуара для воды равна  $V$ , разница между объемом воды на выходе и объемом воды на входе в единицу

времени равна приращению емкости для хранения жидкости в резервуаре для воды. Динамическое уравнение:

$$Q_{in} - Q_{out} = \frac{dV}{dt} \quad (2.2)$$

$$Q_{in} = \Delta Q_{in} + Q_1, \quad Q_{out} = \Delta Q_{out} + Q_2$$

Где  $\Delta Q_{in}$  и  $\Delta Q_{out}$  – приращения  $Q_1, Q_2$  соответственно. Пусть площадь поперечного сечения резервуара для воды равна  $A$ , тогда  $V = AH$ . Его инкрементная форма такова:  $dV = AdH$ , то есть:

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{dH}{dt} \quad (2.3)$$

Подставляя формула  $Q_{in} = \Delta Q_{in} + Q_1$  и формула  $Q_{out} = \Delta Q_{out} + Q_2$  и формула (2.3) в формула (2.2), мы получаем:

$$Q_1 + \Delta Q_{in} - Q_2 - \Delta Q_{out} = A \frac{dH}{dt} \quad (2.4)$$

Вычтите формула (2-4) из формула (2-1), чтобы получить новое динамическое уравнение, которое:

$$\Delta Q_{in} - \Delta Q_{out} = A \frac{dH}{dt} \quad (2.5)$$

Найдите дифференциальное уравнение

$\Delta Q_{out}$  является промежуточной переменной. Взаимосвязь между  $Q_{out}$  и выходной переменной  $H$  может быть выражена как:

$$Q_{out} = k\sqrt{H} \quad (2.6)$$

$k$ : Масштабный коэффициент

При рассмотрении только изменчивости уровня жидкости и скорости потока в ограниченном диапазоне можно считать, что количество сбрасываемой воды имеет линейную зависимость от изменения уровня жидкости. Перепишите формулу (2.6) в инкрементную форму:

$$\Delta Q_{out} = \frac{k}{2\sqrt{H_0}} \Delta H, \quad \text{Пусть } \frac{k}{2\sqrt{H}} = \frac{1}{R},$$

тогда:

$$\Delta Q_{out} = \frac{\Delta H}{R} \quad (2.7)$$

где  $R$  – коэффициент сопротивления и  $R =$  изменение уровня жидкости/изменение объема сточных вод, Приведите формулу (2.7) в (2.5), чтобы получить:

$$\frac{H(s)}{Q_{out}(s)} = \frac{R}{ARs+1} \quad (2.8)$$

Пусть  $AR = T$ ,  $R = K$ ,  $H = Y$ ,  $Q = X$ , и может быть получена математическая модель объекта уровня жидкости, то есть передаточная функция равна:

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{K}{Ts+1} \quad (2.9)$$

На самом деле, чем больше площадь под раковиной, тем больше емкость жидкости и тем меньше изменение уровня жидкости, вызванное изменением той же скорости потока. В описанном выше процессе, поскольку имеется только один приемник, а выходным параметром является уровень жидкости, он называется объектом уровня жидкости с одним объемом.

Зафиксируйте уровень жидкости на уровне 500 мм

Размер резервуара для воды составляет:  $s=0.0025m^2, h=10cm$ ;

Поток:  $\Delta Q_{out} = 0.0083m^3/s$ ,  $\Delta Q_{in} = 0.02m^3/S$ ,  $R=2s/m^2$

$$AR \frac{dH}{dt} + H = RQ_1 \quad (2.10)$$

$$\frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{R}{ARs+1} \quad (2.11)$$

$$AR=T, R=K \quad (2.12)$$

$$G(s) = \frac{K}{Ts+1} \quad (2.13)$$

$$G(S) = \frac{K}{Ts+1} = \frac{2}{5s+1} \quad (2.14)$$

## 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

### 3.1 Алгоритм ПИД-регулирования

ПИД является одной из наиболее традиционных доминант, используемых в промышленных процессах управления. ПИД также является одним из основных методов управления, поскольку он обеспечивает простое и эффективное решение многих проблем управления в реальном времени. ПИД-регулятор имеет три типа усиления, которые можно настроить для получения приемлемого отклика на выходе.[1] Основными законами управления контроллера являются Пропорциональный (Proportional или P), Интегральный (Integral или I) и Дифференциальный (Differential или D). Законы управления, используемые в промышленности, представляют собой различные комбинации этих основных законов. ПИД-регуляторы были созданы и разработаны в 1915-1940 гг. Хотя с 1940 г. было внедрено множество передовых методов управления, ПИД-регуляторы по-прежнему широко используются в управлении промышленными процессами из-за их простой структуры, устойчивости к ошибкам моделирования и простоты эксплуатации.

Идентификатор называется с тремя алгоритмами коррекции. Управляемая переменная является результатом добавления трех алгоритмов (пропорциональная, интегральная, производная), то есть ее выход, входной сигнал является значением ошибки (результатом установленного значения минус измеренное значение) или сигналом, полученным из Значение ошибки.[2]

Как показано в уравнении 3-1, обычная система ПИД-регулирования в основном состоит из ПИД-регулятора и управляемого объекта. ПИД-регулятор - это линейный контроллер, который управляет объектом управления в соответствии с отклонением управления, состоящим из заданного значения  $r(t)$  и выходного значения  $y(t)$ . Он называется ПИД-регулятором, потому что отклонение пропорционально, интегрально и дифференциально через линейную комбинацию для формирования управляющей величины.

$$u(t) = Kp \left[ e(t) + \frac{1}{Ti} \int e(t)dt + \frac{Tde(t)}{dt} \right] \quad (3.1)$$

Применим для данного уравнения (3.1) преобразования Лапласа, получим формулы:

$$D(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = Kp \left( 1 + \frac{1}{Tis} + Tds \right) \quad (3.2)$$

где  $e(t)=r(t)-y(t)$ ,  $Kp$  – масштабный коэффициент,  $Ti$  – интегральная постоянная времени, а  $Td$  – дифференциальная постоянная времени

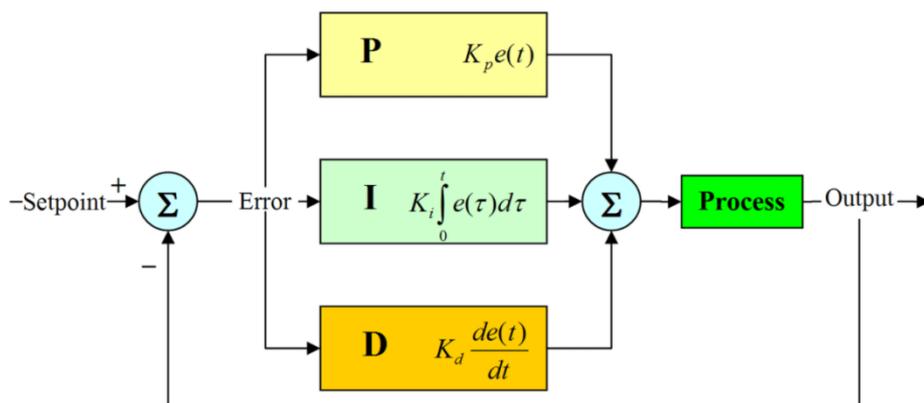


Рис.3-1 Аналоговая система ПИД-регулирования

### (1) Пропорциональная часть $Kp$

Роль масштабного коэффициента  $Kp$  заключается в ускорении скорости отклика системы и повышении точности настройки системы. Увеличение значения  $Kp$  может улучшить коэффициент усиления системы с разомкнутым контуром, ускорить скорость отклика системы и уменьшить ошибку установившегося режима системы, тем самым повышая точность управления системой, но это снизит относительную стабильность системы и может даже привести к система с замкнутым контуром нестабильна, что приводит к ухудшению динамических и статических характеристик системы.

### (2) Интегральная часть

$$\frac{Kp}{Ti} \int e(t)dt$$

Из математического выражения интегральной части видно, что до тех пор, пока существует отклонение, его управляющий эффект будет продолжать

накапливаться. Из-за интегрального эффекта, когда входной сигнал  $e(t)$  исчезает, интегральная часть выходного сигнала может быть постоянной, которая не равна нулю. Видно, что роль неотъемлемой части может устранить отклонение системы. Использование контроллера I может устранить или уменьшить ошибку в установившемся режиме системы и улучшить производительность системы в установившемся режиме. Однако интегральное управление добавляет к системе разомкнутый полюс, расположенный в начале координат, что приводит к запаздыванию сигнала при фазовом угле 90 градусов, что не способствует стабильности системы. Поэтому при калибровочном проектировании системы управления обычно не рекомендуется использовать один I-контроллер.

(3) Дифференциальная часть

$$K_p T_d \frac{de(t)}{dt}$$

Роль дифференциальной части заключается в улучшении динамических характеристик системы. Дифференциальная связь ПИД-регулятора может отражать тенденцию изменения входного сигнала, тем самым генерируя эффективный сигнал ранней коррекции для увеличения степени демпфирования системы, тем самым улучшая стабильность системы. Поскольку дифференциальная часть работает только с динамическими процессами, но не влияет на стационарные процессы и очень чувствительна к системному шуму, один контроллер D не подходит для использования отдельно последовательно с контролируемым объектом ни при каких обстоятельствах. Обычно дифференциальный закон управления всегда комбинируется с законом пропорционального управления или пропорционально-интегральным законом управления для формирования комбинированного ПД или ПИД-регулятора, который применяется к системе управления.

### **3.2 Алгоритм цифрового ПИД-регулирования**

(1) PID – это алгоритм управления с замкнутым контуром. Следовательно, для реализации ПИД-алгоритма необходимо иметь управление с замкнутым

контуром на аппаратном обеспечении, то есть требуется обратная связь. Например, для контроля уровня воды в контейнере, который может одновременно входить и выходить из воды, должен быть датчик, который измеряет уровень воды в режиме реального времени и передает результаты обратно на контрольный маршрут.

(2) PID – это пропорциональный (P), интегральный (I) и дифференциальный (D) алгоритм управления. Но необязательно иметь эти три алгоритма одновременно, им также можно управлять с помощью PD, PI или даже только P-алгоритма. Одна из простейших идей для управления с замкнутым контуром - это управление только P, которое возвращает текущий результат, затем вычитает его из целевого значения, чтобы сформировать ошибку, и настраивает вперед или назад в соответствии с ошибкой. Это самый простой алгоритм управления с замкнутым контуром.

### **3.2.1 Пропорциональный интегральный дифференциальный закон управления (ПИД)**

Закон ПИД-управления является идеальным законом управления. Он вводит интегрирование на основе пропорции, которое может устранить остаточную разницу, а затем добавить дифференциальный эффект, который может улучшить стабильность системы. Он подходит для случаев, когда постоянная времени канала управления или гистерезис емкости велики, а требования к управлению высоки. Например, контроль температуры, контроль состава и т.д.

## **3.3 Нечеткая система управления**

### **3.3.1 Происхождение и развитие теории нечеткого управления**

Теория нечеткой логики впервые была рассмотрена в работах Лотфи А. Задэ, профессора Калифорнийского университета в Беркли в 1965 г. Несмотря на то, что математический аппарат нечеткой логики был разработан в США, активное развитие данного метода началось в Японии, и новая волна вновь достигла США

и Европы. Основной причиной появления новой теории стало наличие нечетких и приближенных рассуждений при описании человеком процессов, систем, объектов.[3]

Основная идея нечеткого управления заключается в использовании компьютеров для реализации опыта управления человеком, а опыт управления человеком обычно выражается языком, и правила управления, выраженные на этих языках, довольно расплывчаты. Например, опыт людей в регулировании температуры воды для купания может быть выражен следующим образом:

Если температура очень низкая, увеличьте клапан подачи горячей воды;

Если температура не сильно отличается от требуемой температуры, не перемещайте клапан;

Если температура близка к требуемой, соответствующим образом уменьшите клапан подачи горячей воды;

Поскольку модель нечеткого контроллера представляет собой не математическую модель, выраженную математическими формулами, а языковую форму, состоящую из набора нечетких условных операторов, с этой точки зрения нечеткий контроллер также известен как контроллер нечеткого языка.

Модель нечеткого контроллера представляет собой модель знаний, состоящую из опыта управления и знаний соответствующих контроллеров и экспертов с неоднозначностью. Она основана на управлении знаниями, поэтому нечеткое управление относится к категории интеллектуального управления.

Таким образом, нечеткое управление основано на опыте управления человеком в качестве модели знаний управления, алгоритме управления с нечеткими множествами, нечеткими языковыми переменными и нечеткими логическими рассуждениями в качестве математических инструментов, а также интеллектуальном управлении, реализуемом компьютером.

### **3.3.2 Состав системы нечеткого управления**

Основной принцип нечеткой системы управления можно представить на

рисунке 3.3.2:



Рис. 3-3-2. Структурная схема основных принципов нечеткой системы управления

(1) Нечеткое управление: Нечеткий контроллер является ядром системы нечеткого управления и основным признаком, отличающим систему нечеткого управления от других систем автоматического управления. Нечеткие контроллеры обычно реализуются компьютерами. Компьютерные программы и аппаратные средства используются для реализации алгоритмов нечеткого управления. В соответствии с потребностями системы управления, они могут быть различными типами компьютеров, такими как микроконтроллеры и промышленные контроллеры. Программирование может использовать язык С или VC, VB и другие языки высокого уровня.

(2) Интерфейс ввода/вывода: Интерфейс ввода/вывода является связующим звеном между компьютером, реализующим алгоритм нечеткого управления, и системой управления. Нечеткий контроллер получает величину цифрового сигнала от контролируемого объекта через интерфейс ввода/вывода и преобразует выходной цифровой сигнал, определенный нечетким контроллером, в квазисигнал, который отправляется исполнительному устройству для управления контролируемым объектом.

(3) Регулирующее устройство: Исполнительный механизм представляет собой устройство, на котором нечеткий контроллер оказывает управляющее воздействие на контролируемый объект, такой как различные регулирующие клапаны и преобразователи частоты, которые наиболее часто используются в управлении промышленными процессами. Эффект управления, достигаемый приводом, часто проявляется в изменении угла, положения или напряжения. Поэтому он часто состоит из серводвигателей, шаговых двигателей,

пневматических регулирующих клапанов, гидравлических клапанов и т.д. Плюс приводные устройства.

(4) Устройство обнаружения: Устройство обнаружения обычно включает датчики и передатчики, такие как температура, расход, давление, уровень жидкости, скорость, угол, концентрация, состав и т.д. Они обнаруживают различные некомпоненты и т.д., преобразуют и усиливают их в стандартные электрические сигналы, включая аналоговые или цифровые формы.

(5) Контролируемый объект: Контролируемый объект представляет собой устройство или устройство или группу из двух устройств или устройств, которые работают при определенных ограничениях для достижения определенной цели людей. Типичными объектами управления в промышленности являются производственные процессы, реализуемые различным производственным оборудованием. с точки зрения математических моделей, они могут быть одномерными или многомерными, линейными или нелинейными, постоянными или изменяющимися во времени, первого порядка или высокого порядка, детерминированными или стохастическими процессами и, конечно, смешанными процессами с множеством характеристик. Для сложных объектов, для которых трудно создать точные математические модели, а также для нелинейных и изменяющихся во времени объектов стратегии нечеткого управления являются более подходящим решением.

Нечеткий контроллер является основной частью, и его роль заключается в имитации ручного управления. Закон управления и процесс управления нечетким регулятором реализуются компьютерной программой. Основной процесс заключается в том, чтобы сначала преобразовать точное количество, полученное в процессе компьютерного наблюдения и управления, в нечеткую входную информацию, выполнить нечеткое рассуждение и нечеткое принятие решений в соответствии с языковыми правилами управления, полученными путем обобщения опыта и стратегий управления людьми, а затем получить точное количество выходного контроля путем де-обработка размытия и получение нечеткого набора выходной управляющей величины, действующей на

контролируемый объект. Поэтому структура контроллера обычно состоит из размытия его входных и выходных переменных, алгоритма нечеткого вывода, нечеткого синтеза и нечеткого определения.

### 3.3.3 Состав нечеткого контроллера

Поскольку правила управления нечетким контроллером предлагаются на основе опыта управления оператором, роль нечеткого контроллера заключается в имитации ручного управления, а при ручном управлении производственным процессом обычный оператор может наблюдать только выходную переменную контролируемого объекта и скорость изменения выходной переменной или наблюдать за двумя состояниями выходной переменной и суммой выходной переменной, а затем полагайтесь на опыт для управления ее производственным процессом. Следовательно, в обычных нечетких контроллерах значение отклонения  $e$  и скорость изменения отклонения выходной переменной объекта управления всегда выбираются в качестве его входных переменных, а управляемая величина  $u$  устанавливается в качестве выходной переменной нечеткого контроллера. Это определяет базовую структуру нечеткого контроллера, как показано на рисунке 3.3.3.

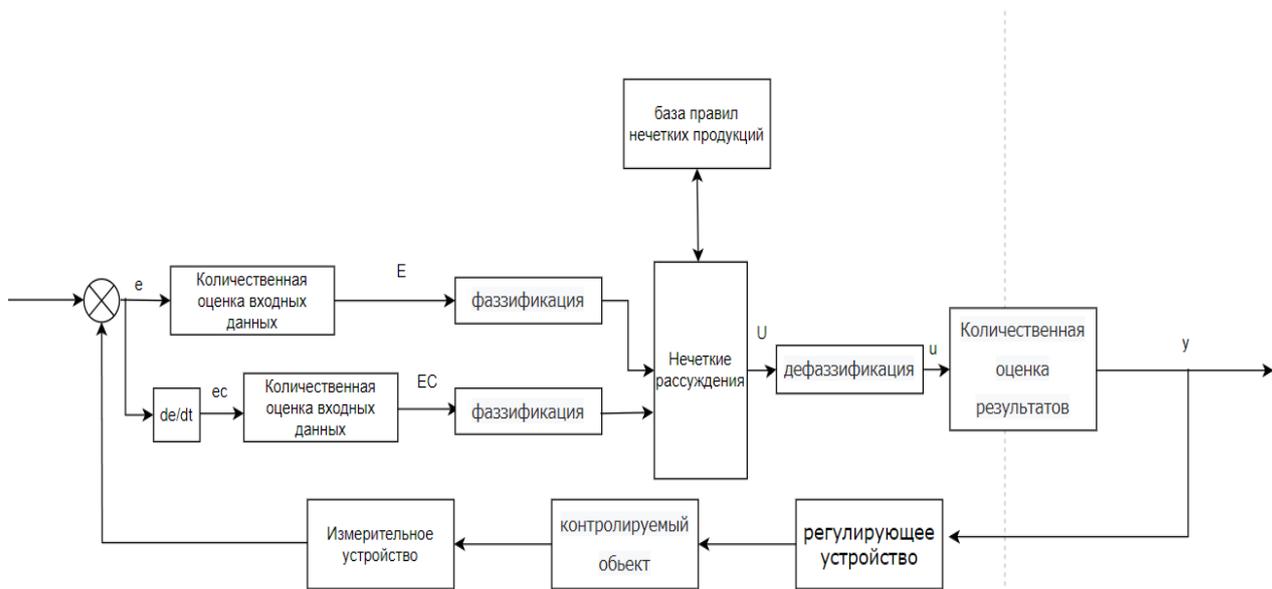


Рис. 3.3.3 Нечеткий контроллер

Нечеткие контроллеры обычно включают в себя 5 частей:

1. Нечеткий интерфейс: Преобразуйте истинную количественную оценку в нечеткую величину с помощью функции принадлежности.

2. База данных: Функция принадлежности, используемая для хранения всех нечетких подмножеств входных и выходных переменных.

3. Набор нечетких правил: Информация, представленная в виде правил управления IF-THEN. Согласно форме нечетких правил, нечеткие контроллеры можно разделить на две категории: Mamdani и Takagi- Sugeno(TS).

4. Механизм нечеткого рассуждения: Основанный на нечетких правилах, операции нечеткой логики и методы рассуждения используются для получения нечетких выходных данных.

5. Нечеткий интерфейс: используется для преобразования нечеткого вывода в числовой вывод системы. По количеству входных и выходных переменных систему нечеткого управления можно разделить на одномерные и многомерные системы нечеткого управления. Подавляющее большинство нечетких систем представляют собой сложные нелинейные системы, и нелинейность между входом и выходом вызвана вышеупомянутыми компонентами нечеткого контроллера.

Функция принадлежности – характеристическая функция, а ее значения  $\mu_A(x)$  называется степенью принадлежности переменной  $x$  нечеткому множеству  $A$  и определяет соответствие числа между 1 и 0 данному значению физической величины (ФВ). Например: лингвистической переменной «ДИСТАНЦИЯ» для расстояния в 50 м можно задать степень принадлежности к терму «ДАЛЕКО», равную 0,85, а к терму «БЛИЗКО» – 0,15. Характеры функций принадлежности приведены на рис. 1: Z-функция, П-функция; Л-функция; S-функция. Выбор конкретной функции принадлежности осуществляется экспертами или экспертными системами.



$$\text{trn}(x, a, b) = \begin{cases} 1, & \text{if } (x \leq a); \\ \frac{b-x}{b-a}, & \text{if } (a < x \leq b); \\ 0, & \text{if } (x > b); \end{cases} \quad \text{trn}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & \text{if } (x \leq a); \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{if } (a < x \leq b); \\ \frac{c-x}{c-b}, & \text{if } (b \leq x < c); \\ 0, & \text{if } (x \geq c). \end{cases}$$

$$\text{trn}(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & \text{if } (x \leq a); \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{if } (a < x \leq b); \\ 1, & \text{if } (b \leq x < c); \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{if } (c \leq x < d); \\ 0, & \text{if } (x \geq d); \end{cases} \quad \text{trn}(x, a, b) = \begin{cases} 0, & \text{if } (x \leq a); \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{if } (a < x \leq b); \\ 1, & \text{if } (x > b); \end{cases}$$

Рис. 3-3-3.1. Характеры функции принадлежности

Процесс защиты от размытия:

Результат, полученный с помощью нечетких рассуждений, представляет собой нечеткое множество. Однако при фактическом использовании, особенно при нечетком управлении, должно быть определенное значение для управления или приведения в действие привода. Процесс получения точного значения из нечеткого множества, полученного путем вывода, которое наилучшим образом представляет возможность нечеткого результата рассуждения, называется процессом точности (также известным как анти-двусмысленность). Существует три обычно используемых метода расчета для устранения размытости.

(1) Метод функции максимального членства

Этот метод заключается в том, чтобы принять элемент с наибольшим членством в нечетком подмножестве в качестве количества выполнения. "Если соответствующее нечеткое подмножество равно  $U$ , решение должно удовлетворять

$$\mu_U(u|U)_{max}, \quad u \leq U$$

Этот метод распознавания прост и удобен, а производительность в реальном времени хорошая, но он обобщает небольшой объем информации,

поскольку этот метод не учитывает влияние и роль других элементов с меньшим членством. Если имеется несколько максимальных точек, они являются  $u_{max 1} \leq u_{max 2} \leq \dots \leq u_{max n}$

Затем возьмите их среднее значение  $u = \frac{u_{max 1} + u_{max 2} + \dots + u_{max n}}{n}$  Как и объем исполнения.

### (2) Способ определения центра тяжести

Метод центра тяжести заключается в том, чтобы принять центр тяжести области, ограниченной кривой нечеткой функции принадлежности и абсциссой, в качестве конечного выходного значения нечеткого рассуждения, то есть

$$u = \frac{\int x \mu_N(x) dx}{\int \mu_N(x) dx}$$

По сравнению с методом максимального членства метод центра тяжести имеет более плавное управление выводом выходных данных. То есть конечный результат рассуждения, соответствующий небольшим изменениям во входном сигнале, обычно претерпевает определенные изменения, и это изменение значительно более плавное, чем метод функции максимального членства.

### (3) Метод средневзвешенного значения

Конечное выходное значение метода средневзвешенного значения определяется по следующей формуле.

$$u = \frac{\sum k_i \cdot x_i}{\sum k_i}$$

Выбор коэффициентов здесь зависит от реальной ситуации. Различные коэффициенты определяют, что система имеет разные характеристики отклика. Когда выбран коэффициент, то есть когда выбрана его функция принадлежности, это метод центра тяжести. При управлении с нечеткой логикой характеристики отклика системы могут быть улучшены путем выбора и регулировки коэффициента. Этот метод является гибким. По-прежнему существует множество методов расчета для устранения

двусмысленности, таких как использование большого левого, большого правого и большого среднего. В общем случае выбор метода нечеткого вычисления связан с выбором формы функции принадлежности и выбором метода вывода.

### **3.4. Проектирование системы нечеткого управления уровнем жидкости в резервуаре для воды**

#### **3.4.1 Теоретические домены и фаззификация входных и выходных переменных**

Нечеткий контроллер входных переменных ошибки, фактический диапазон изменения ошибки называется основной теоретической области этих переменных, установить основной теоретической области ошибки является  $[-e_{max} + e_{max}]$  основной теоретической области изменения ошибки является  $[-e_{стах} + e_{стах}]$ . Фактический диапазон изменения, требуемый управляемым объектом, является основной теоретической областью выходной переменной (управляющей величины) нечеткого контроллера, зададим его как  $[-y_u + y_u]$ , очевидно, что величина в основной теоретической области является точной величиной.

Область нечетких подмножеств переменных ошибки имеет вид:  $\{-n, -n+1, \dots, 0, \dots, n-1, n\}$ .

Область нечеткого подмножества переменных ошибки:  $\{-m, -m+1, \dots, 0, \dots, m-1, m\}$ .

Область нечеткого подмножества управляющей переменной имеет вид:  $\{-1, -1+1, \dots, 0, \dots, 1-1, 1\}$

Выбор теоретической области основан на том, что  $n$  больше или равно 6,  $m$  больше или равно 6 и 1 больше или равно 7. Это связано с тем, что количество элементов в теоретической области нечеткого множества более чем в два раза превышает общее количество слов в нечетком языке, что гарантирует, что нечеткое множество может хорошо охватить теоретическую область и избежать

явления потери контроля. Стоит отметить, что увеличение количества элементов в области диссертации, т.е. подразделение уровней, может улучшить

точность контроля, но она ограничена длиной слова компьютера, кроме того, увеличивает вычислительные усилия. Что касается выбора основной области, то из-за отсутствия априорных знаний о контролируемом объекте, основная область ошибки и вариации ошибки может быть выбрана только первоначально и в дальнейшем определена при настройке системы. Фундаментальная область управляемого объекта выбирается на основе данных, предоставленных управляемым объектом.

Для системы нечеткого управления уровнем жидкости в резервуаре для воды с одной емкостью мы используем общий двумерный нечеткий контроллер. Его входной переменной является отклонение заданного уровня жидкости от фактического уровня жидкости и изменение отклонения.:

$$e(k) = Y_r(k) - Y(k) \quad (4-1)$$

$$e_c(k) = e(k) - e(k-1) \quad (4-2)$$

Уравнение (4-1) показывает отклонение уровня жидкости, где  $Y_r(k)$  представляет собой заданный уровень жидкости. Когда уровень  $Y(k)$  выше  $Y_r(k)$ , то есть фактический уровень выше заданного, отклонение "отрицательное", чем выше уровень, тем отклонение отрицательнее; напротив,  $Y(k)$  ниже  $Y_r(k)$ , то есть фактический уровень ниже заданного, отклонение "положительное". ", чем ниже уровень, тем больше отклонение.

Выходом нечеткого контроллера является изменение открытия клапана  $u(k)$ , которое напрямую влияет на изменение уровня  $Y(k)$  в большую сторону. Выходная управляющая величина соответствует изменению открытия клапана, открытие клапана является "положительным", что указывает на увеличение потока; и наоборот, закрытие клапана является "отрицательным".

Для нечеткого управления вышеупомянутые входные переменные и выходные переменные должны быть представлены нечеткими подмножествами нечетких языковых переменных. Пусть входное отклонение представлено нечетким множеством  $E$  нечеткой языковой переменной, то есть:

$$E = \{NB, NS, ZE, PS, PB\}$$

Тогда нечеткая область, соответствующая входному отклонению, равна:

$$E = \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

Пусть изменение входного отклонения представлено нечетким множеством ЕС нечетких языковых переменных, то есть:

$$EC = \{NB, NS, ZE, PS, PB\}$$

Соответствующей нечеткой областью является :

$$EC = \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

Пусть изменение объема управления представлено нечетким множеством U нечеткой языковой переменной, то есть:

$$U = \{NB, NS, ZE, PS, PB\}$$

Соответствующая нечеткая область является:

$$U = \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

### **3.4.2 Коэффициент количественной оценки и масштабный коэффициент**

Необходимо рассмотреть две проблемы, одна из которых заключается в неоднозначности вводимой величины, то есть коэффициента количественной оценки

Второй - это выбор масштабных коэффициентов в процессе удаления размытости. Коэффициент количественной оценки и масштабный коэффициент оказывают большое влияние на производительность системы нечеткого управления. С этой целью в данной работе подробно анализируется влияние количественных факторов и масштабных факторов на производительность системы нечеткого управления, а также предлагаются основные принципы выбора количественных факторов и масштабных факторов.[6]

Коэффициент количественной оценки ошибки  $K_e$  и коэффициент количественной оценки изменения ошибки  $K_{es}$  определяются по следующим двум формулам, а именно:

$$k_e = \frac{n}{|e_{max}|} \quad (4-3)$$

$$k_{ec} = \frac{m}{|e_{c,max}|} \quad (4-4)$$

В реальном процессе работы нечеткого контроллера диапазон выбора общей ошибки и основной области изменения ошибки намного меньше, чем диапазон выбора нечеткой области, поэтому коэффициент количественной оценки обычно намного больше 1.

Объем управления, заданный алгоритмом нечеткого управления для каждой выборки, не может непосредственно управлять объектом, поэтому он должен быть преобразован в базовую область, приемлемую для объекта управления. Масштабный коэффициент выходной управляющей величины определяется по следующей формуле:

$$k_u = \frac{y_u}{l} \quad (4-5)$$

Поскольку основная область управляющей величины является непрерывной вещественной областью, преобразование из области нечеткого множества управляющей величины в основную область определяется по следующей формуле:

$$y_m = k_u * l_f \quad (4-6)$$

Где  $l_f$  - любой элемент в области теории нечетких множеств управляющей величины или точная управляющая величина, полученная решением нечеткого множества для управляющей величины,  $Y_{ui}$  - точная величина в области базовой теории управляющей величины, а  $K_u$  - масштабный коэффициент.

Величина коэффициентов количественной оценки  $K_e$  и  $K_{ec}$  оказывает большое влияние на динамические характеристики системы управления. Если  $K_e$  слишком мал, скорость нарастания системы слишком мала, что может вызвать колебания системы и даже сделать ее нестабильной. Когда значение  $K_e$  выбрано большим, величина превышения в системе также больше, а процесс перехода занимает больше времени. Потому что теоретически увеличение  $K_e$  эквивалентно сужению основной области ошибок и увеличению управляющего

эффекта переменных ошибок. Хотя время нарастания может быть сокращено, превышение слишком велико, что делает процесс перехода системы более длительным. Когда  $K_e$  слишком велик, система поднимается слишком быстро, что может вызвать шок и даже сделать систему нестабильной. Когда значение  $K_{ес}$  выбрано большим, превышение системы меньше, но скорость отклика системы замедляется. Размер коэффициентов количественной оценки  $K_{ес}$  и  $K_e$  влияет на различные степени взвешивания ошибок и изменения ошибок входных переменных, а два  $K_{ес}$  и  $K_e$  также влияют друг на друга.

$k_u$  эквивалентно пропорциональному коэффициенту усиления в обычной системе. Это в основном влияет на динамические характеристики системы управления. Как правило, в целом, увеличение  $k_u$  приводит к увеличению скорости нарастания, увеличению перерегулирования и уменьшению времени отклика. Однако, если  $k_u$  слишком велик, это приведет к сбою системы. выходная мощность будет расти с чрезмерной скоростью, что приведет к чрезмерному превышению. даже когда колебания и расхождения серьезны, это повлияет на работу в установившемся режиме, а  $k_u$  слишком мал, прямое усиление системы очень мало, скорость увеличения выходной мощности системы мала, быстрота ухудшается, и точность в установившемся режиме ухудшается. В отличие от обычных систем управления,  $k_u$  обычно не влияет на ошибку в установившемся режиме системы.[7]

### 3.4.3 Выбор функции членства

На самом деле, если входные и выходные коэффициенты количественной оценки изменяются только при определении базы правил и функции принадлежности, иногда желаемые показатели эффективности не достигаются. Поэтому часто бывает необходимо выбрать лучшую функцию членства.

- Функции членства были впервые введены в 1965 году Лофти А. Заде в его первой исследовательской работе «Нечеткие множества».
- Функции принадлежности характеризуют нечеткость (т. Е. Всю информацию в

нечетком множестве), независимо от того, являются ли элементы в нечетких множествах дискретными или непрерывными.

- Функции членства можно определить как метод решения практических задач на основе опыта, а не знаний.
- Функции принадлежности представлены графическими формами.
- Правила определения нечеткости тоже нечетки.[8]

Мы выбрали функцию принадлежности входной переменной в качестве функции треугольника, а функцию принадлежности выходной переменной в качестве функции Гаусса и функции треугольника.

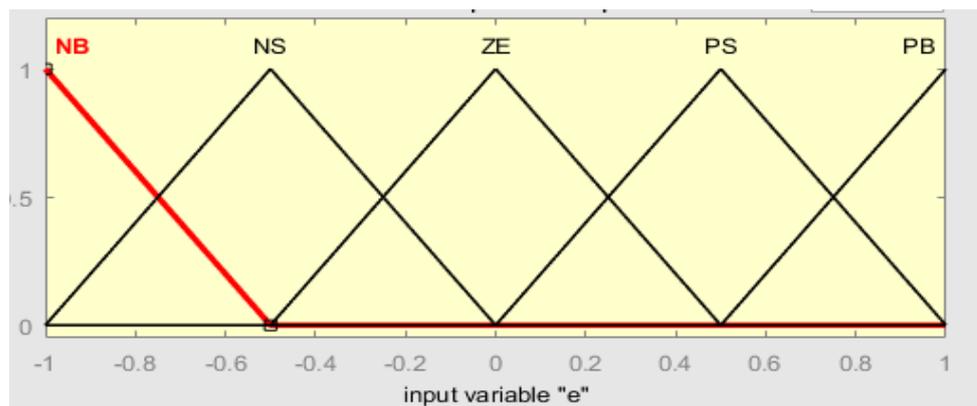


Рис. 3.4-3.1 Функция принадлежности входной переменной-“e”

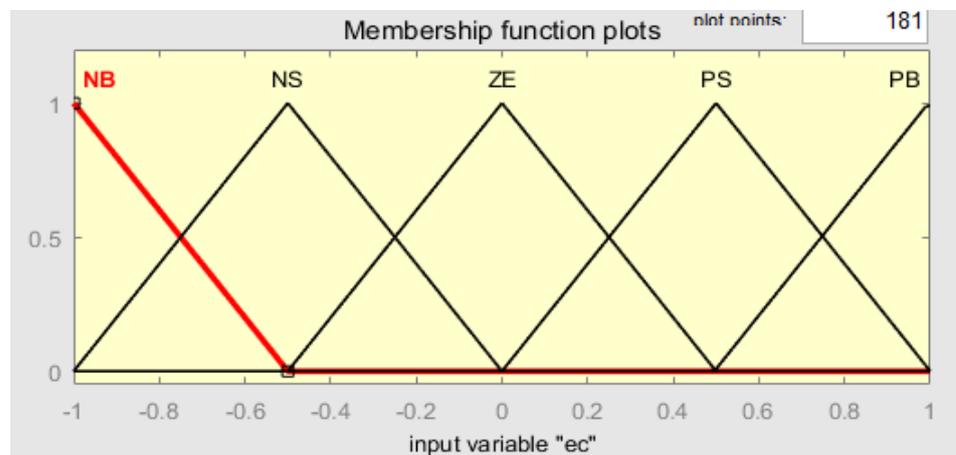


Рис. 3.4-3.2 Функция принадлежности входной переменной-“ec”

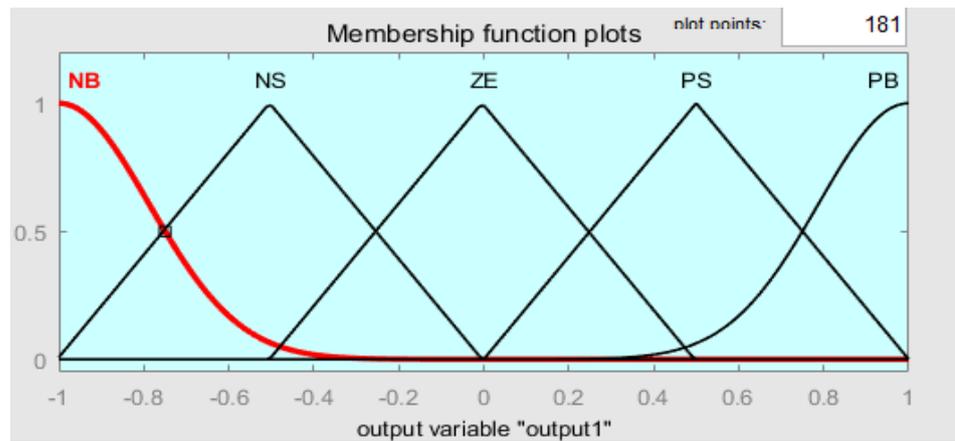


Рис. 3.4-3.3 Функция принадлежности выходной переменной

### 3.4.4 Таблица правил нечеткого управления

Пример формирования лингвистических правил представлен на таблицу 4-4, где «e»-сигнал ошибки, «ec»- сигнал изменения ошибки, выходной сигнал нечеткого регулятора представлен пятью лингвистическими терминами: NegativeBig ("NB"), NegativeSmall ("NS"), Zero ("ZE"), PositiveSmall ("PS"), PositiveBig ("PB").[9]

Правила управления могут быть выражены в нечетких условных выражениях следующим образом:

1. If E=NB and EC=NB, then U=NB
2. If E=NB and EC=NS, then U=NB
3. If E=NB and EC=ZE, then U=NB
4. If E=NB and EC=PS, then U=NB
5. If E=NB and EC=PB, then U=NB
6. If E=NS and EC=NB, then U=NB
7. If E=NS and EC=NS, then U=NS
8. If E=NS and EC=ZE, then U=NS
9. If E=NS and EC=PS, then U=ZE
10. If E=NS and EC=PB, then U=PS
11. If E=ZE and EC=NB, then U=NB
12. If E=ZE and EC=NS, then U=NS

13. If  $E=ZE$  and  $EC=ZE$ , then  $U=ZE$
14. If  $E=ZE$  and  $EC=PS$ , then  $U=PS$
15. If  $E=ZE$  and  $EC=PB$ , then  $U=PB$
16. If  $E=PS$  and  $EC=NB$ , then  $U=NS$
17. If  $E=PS$  and  $EC=NS$ , then  $U=ZE$
18. If  $E=PS$  and  $EC=ZE$ , then  $U=PS$
19. If  $E=PS$  and  $EC=PS$ , then  $U=PS$
20. If  $E=PS$  and  $EC=PB$ , then  $U=PB$
21. If  $E=PB$  and  $EC=NB$ , then  $U=PB$
22. If  $E=PB$  and  $EC=NS$ , then  $U=PB$
23. If  $E=PB$  and  $EC=ZE$ , then  $U=PB$
24. If  $E=PB$  and  $EC=PS$ , then  $U=PB$
25. If  $E=PB$  and  $EC=PB$ , then  $U=PB$

Правила управления могут быть описаны в таблице состояния нечеткого управления, как показано в таблице:

Таблица 3.4.4. Нечеткие правила

ec					
e	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NS	PB
NS	NB	NS	NS	ZE	PB
ZE	NB	NS	ZE	PS	PB
PS	NB	ZE	PS	PB	PB
PB	NB	PS	PB	PB	PB

## **4. ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРЕ ДЛЯ ВОДЫ**

### **4.1 Введение в MATLAB**

MATLAB (сокращение от англ. «Matrix Laboratory», в русском языке произносится как Матлáб) — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений. Пакет используют более миллиона инженерных и научных работников, он работает на большинстве современных операционных систем, включая Linux, macOS, Solaris

Он не имеет себе равных в численных расчетах в прикладном программном обеспечении математических технологий. MATLAB может выполнять матричные операции, рисовать функции и данные, реализовывать алгоритмы, создавать пользовательские интерфейсы и подключать программы на других языках программирования. Он в основном используется в инженерных вычислениях, проектировании систем управления, обработке сигналов и связи, обработке изображений, обнаружении сигналов, проектировании и анализе финансового моделирования и других областях.

#### **4.1.1 Логический инструментарий**

С момента запуска Matlab simulation software она привлекает все больше и больше внимания и в настоящее время признана отличным программным обеспечением для численных расчетов и имитационного анализа. Simulink - это инструмент моделирования в среде Matlab, который предоставляет пользователям удобные графические функциональные модули для подключения к системе моделирования, упрощения процесса проектирования и снижения сложности проектирования. Среди них он также предоставляет набор

инструментов нечеткой логики и графический пользовательский интерфейс. При общем применении становится проще построить систему с помощью графического метода.

Fuzzy Logic Toolbox - содержит инструменты для проектирования систем нечеткой логики. Пакет позволяет создавать экспертные системы на основе нечеткой логики, проводить кластеризацию нечеткими алгоритмами, а также проектировать нечеткие нейросети.[10]

Для построения, редактирования и наблюдения за системами нечеткого вывода (FIS) в Fuzzy Logic Toolbox существует 5 основных инструментов GUI: редактор системы нечеткого вывода (или FIS), редактор функций подчинения, редактор правил, наблюдатель правил и наблюдатель поверхностей. Эти инструменты GUI динамически связаны друг с другом, и изменения в FIS с помощью любого из них повлияют на результаты отображения любого другого открытого GUI.[11]

Редактор FIS обрабатывает атрибуты высокого уровня для системы: выберите тип вывода (Mamdani или Sugeno), количество входных и выходных переменных, их имена, а набор инструментов нечеткой логики не ограничивает количество входных данных; редактор функций принадлежности используется для определения формы принадлежности функция, соответствующая каждой переменной; редактор правил используется для определения ряда правил поведения системы; rule watcher и surface watcher - это разные редакторы, они являются инструментами для наблюдения за FI.Rule watcher - это инструмент на базе Matlab для отображения блок-схем нечеткого вывода. Его можно использовать в качестве диагностического инструмента, например, он может показать, какое правило используется, или как форма отдельной функции принадлежности влияет на результат. Наблюдатель поверхности используется для отображения зависимости между одним выходом и одним или двумя входами, то есть он генерирует и выводит отображения поверхности для системы.

#### **4.1.2 SIMULINK для нечеткой логики**

SIMULINK, предоставляемый MATLAB, представляет собой программный пакет, используемый для моделирования, моделирования и анализа динамических систем. SIMULINK содержит несколько библиотек подмоделей, и каждая библиотека подмоделей содержит несколько функциональных модулей. Модель системы может быть создана интуитивно, а затем непосредственно смоделирована. В среде SIMULINK структурная схема моделирования системы управления выборкой, состоящей из нечеткого контроллера и объекта управления гистерезисом первого порядка. Если управляющий эффект моделирования не удовлетворяется, сначала обычно корректируются коэффициенты пропорционального преобразования  $k_p$ ,  $k_{es}$  и  $k_u$ , а затем корректируются правила нечеткого управления и функции принадлежности.

## 4.2 Моделирование уровня жидкости в резервуаре для воды в среде MATLAB

Чтобы сравнить эффект нечеткого управления, сначала выполняется ПИД-моделирование уровня жидкости в резервуаре для воды, и устанавливается система моделирования, как показано на рисунке ниже:

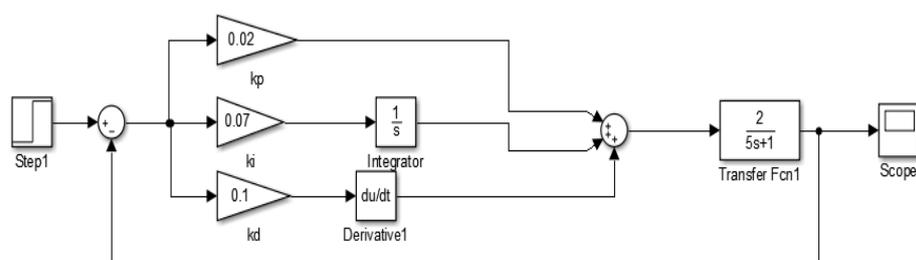


Рис. 4-1 Система моделирования ПИД-регулирования уровня  
 $k_i=0.07$   $k_p=0.02$   $k_d=0.1$

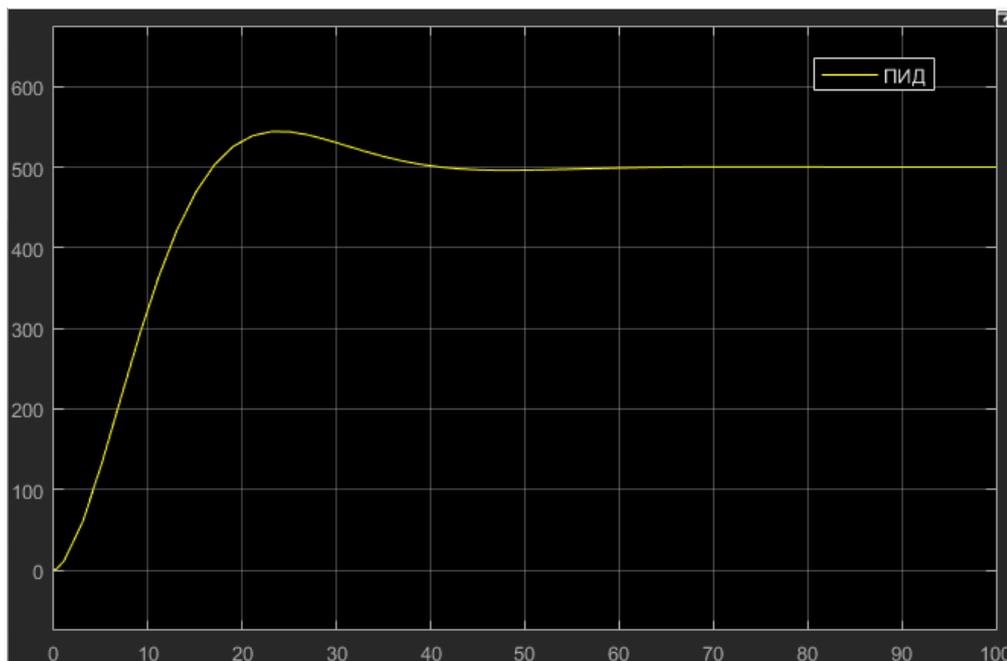


Рис. 4-2 Имитационная кривая уровня воды в резервуаре PID  
Динамические показатели эффективности:  $t_s=75s$ ,  $\sigma=9.431\%$

### 4.3 Этапы моделирования системы нечеткого управления simulink

Шаг 1: Откройте редактор системы нечетких рассуждений

Введите fuzzy в общем окне и нажмите enter, чтобы открыть окно редактора системы нечетких рассуждений

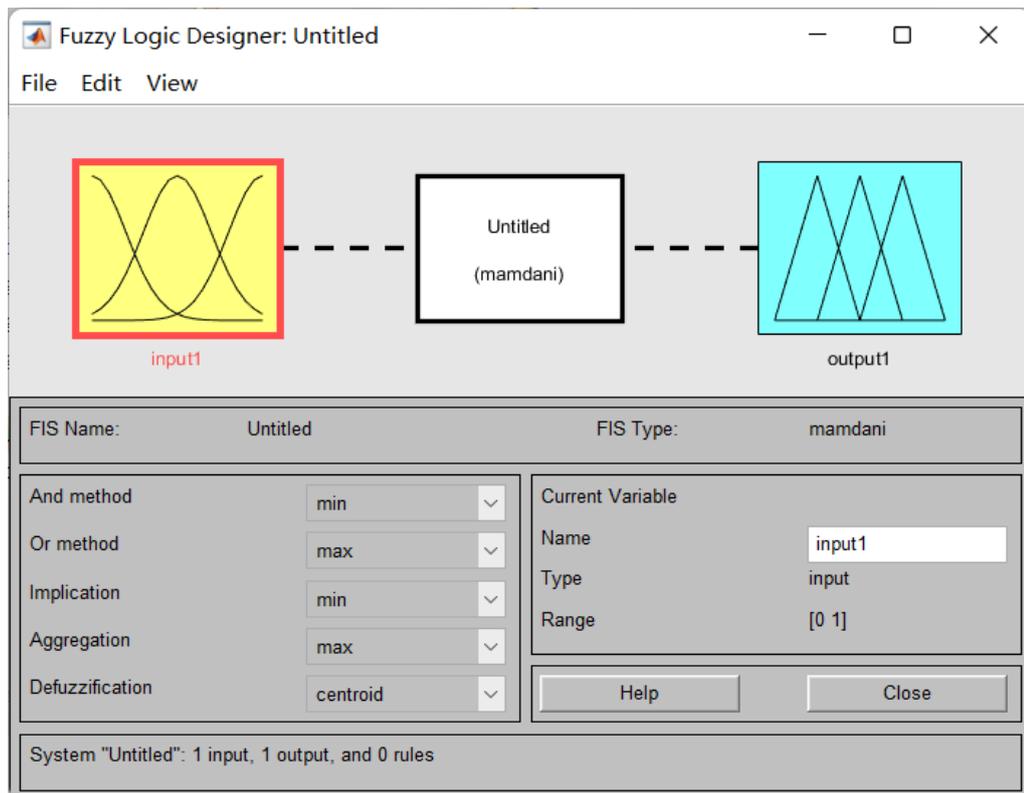


Рисунок 4-3 Интерфейс MATLAB

Шаг 2: Используйте редактор системы нечетких рассуждений

Используются два входа e, а один выход es показан на рисунке ниже.

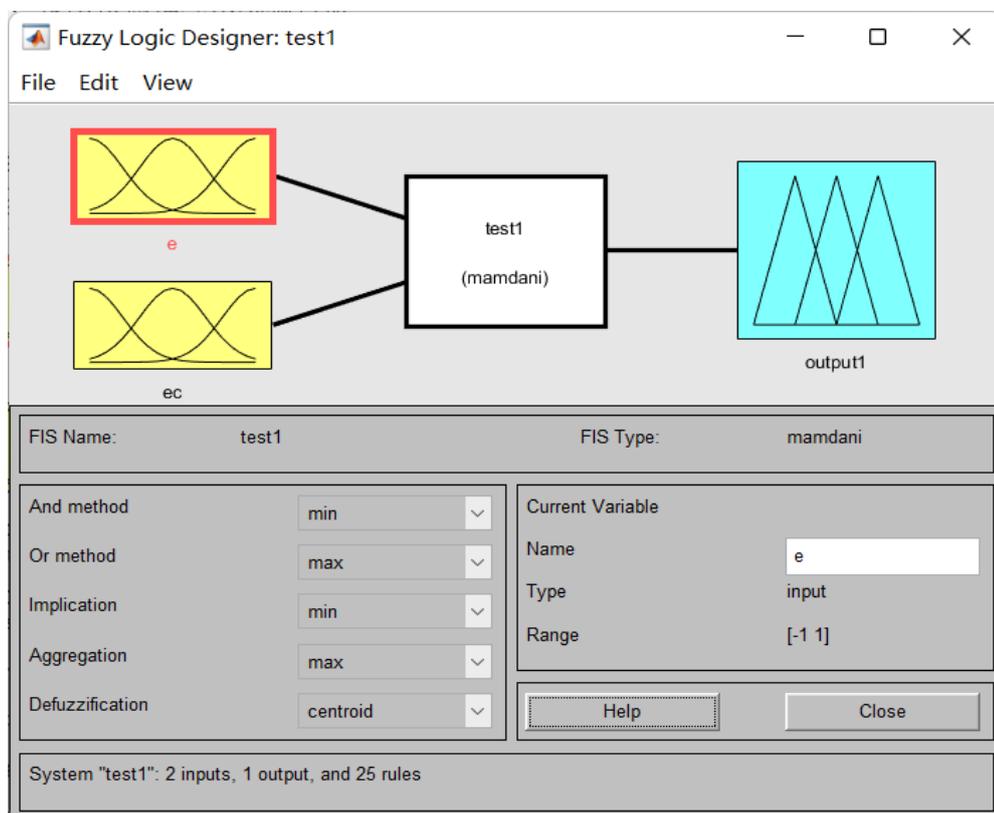


Рис. 4-3.1 Нечеткая система с двойным входом, редактор с одним выходом

### Шаг 3: Используйте редактор функций членства

Откройте любое входное количество (In\_x, In\_y) или выходное количество, чтобы открыть редактор функций членства.

Выберите и создайте свою собственную функцию членства.

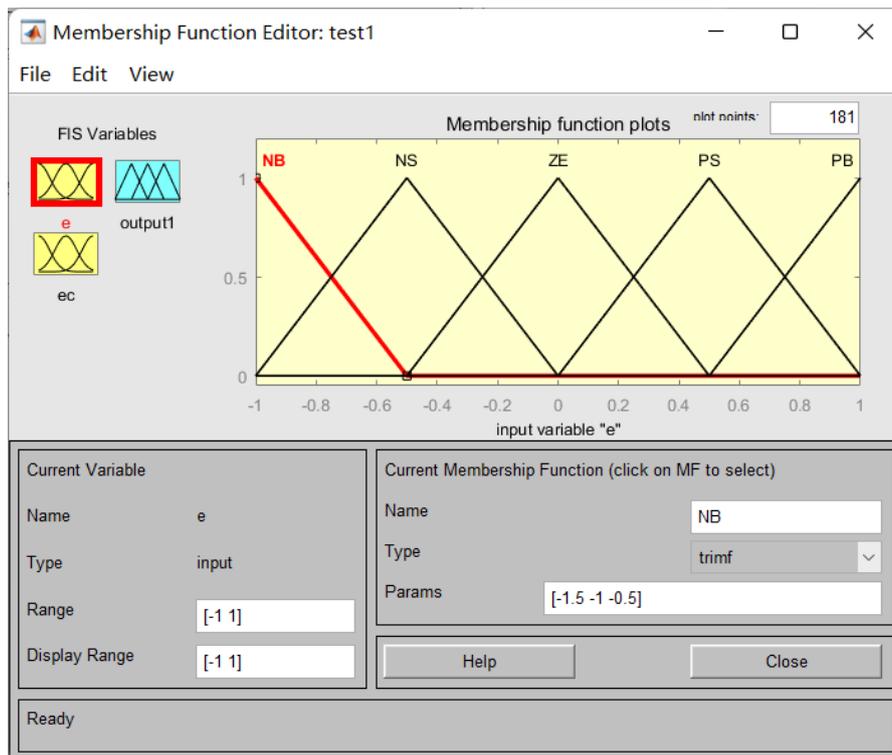


Рис. 4-3.2 Функции членства e и ec

### Шаг 4: Используйте редактор правил

Используйте редактор правил для разработки и изменения, используя “IF...THEN” правила нечеткого управления в форме. Он автоматически сопоставляет вводимую величину каждой языковой переменной, и разработчику нужно только выбрать соответствующую выходную языковую переменную через интерактивную графическую среду, что упрощает разработку и модификацию правил, а также может выбирать веса для каждого правила, что облегчает оптимизацию нечетких правил.

Шаг:

1. Откройте редактор правил

## 2. Добавьте правила

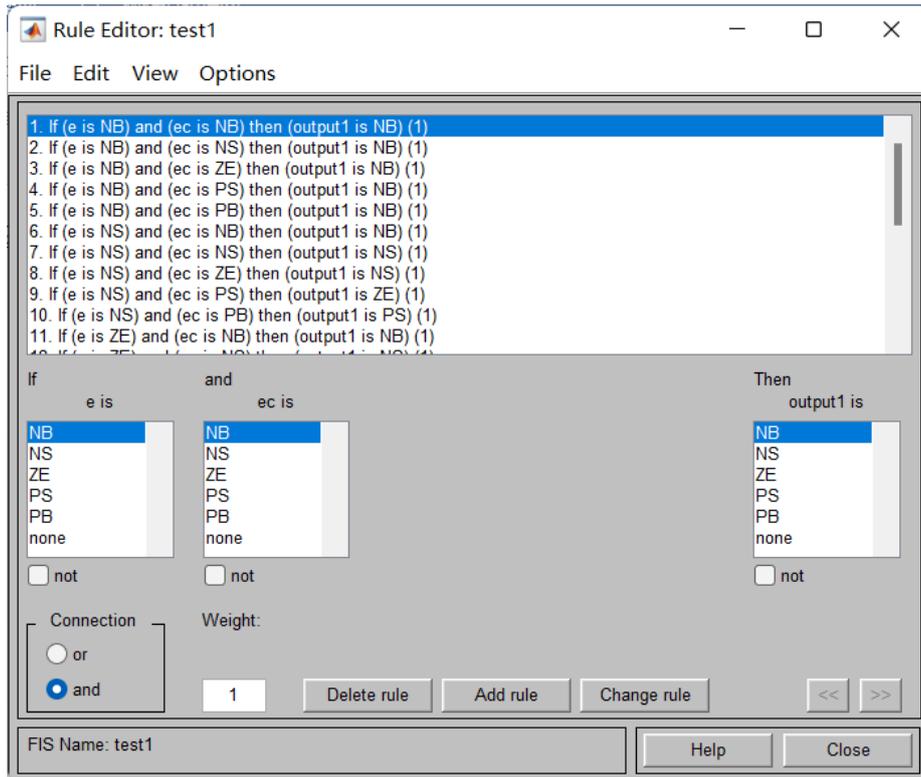


Рис. 4-3.3 Контроллер нечетких правил

После завершения редактирования правил добавьте нечеткие правила в Simulink

Шаг 1: Создайте файл Simulink и создайте новую кнопку, чтобы создать новую файл mdl

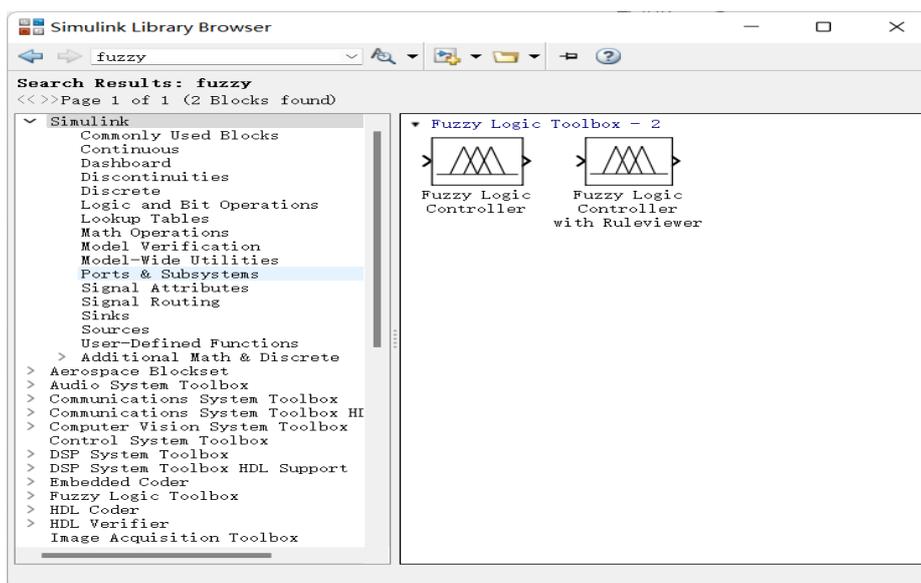


Рисунок 4-3.4 Интерфейс Simulink

Шаг2: На основе элемента нечеткого управления создайте систему

нечеткого управления.

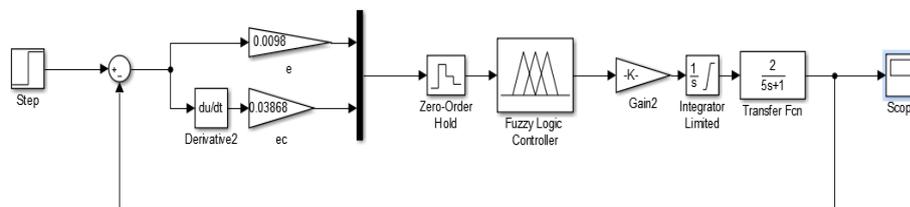


Рис.4-3.5 Система моделирования нечеткого управления уровнем жидкости

$k_e=0.0098$   $k_{ec}=0.03868$   $k_u=15.5711$

Результаты моделирования:

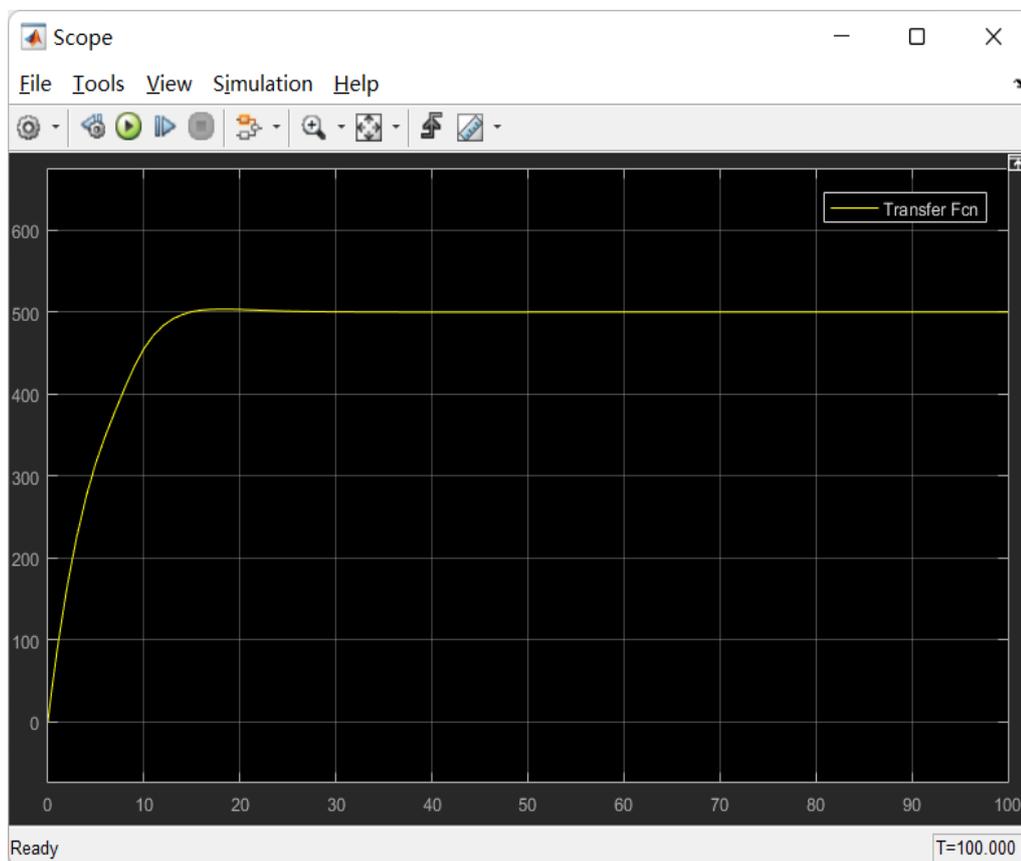


Рисунок 4-3.6 Имитационная кривая нечеткого управления уровнем жидкости в резервуаре для воды

Динамические показатели эффективности:  $t_s=25s$ ,  $\sigma=0.505\%$

На рисунке ниже приведена сравнительная диаграмма моделирования ПИД-регулирования и нечеткого регулирования уровня жидкости в резервуаре для воды с одной емкостью:

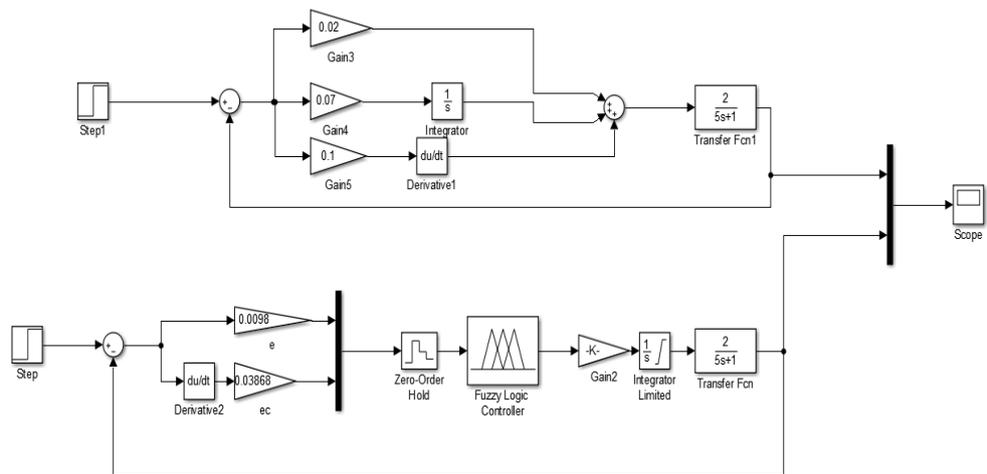


Рисунок 4-3.7 Система ПИД-регулирования и система моделирования нечеткого управления уровнем воды в резервуаре

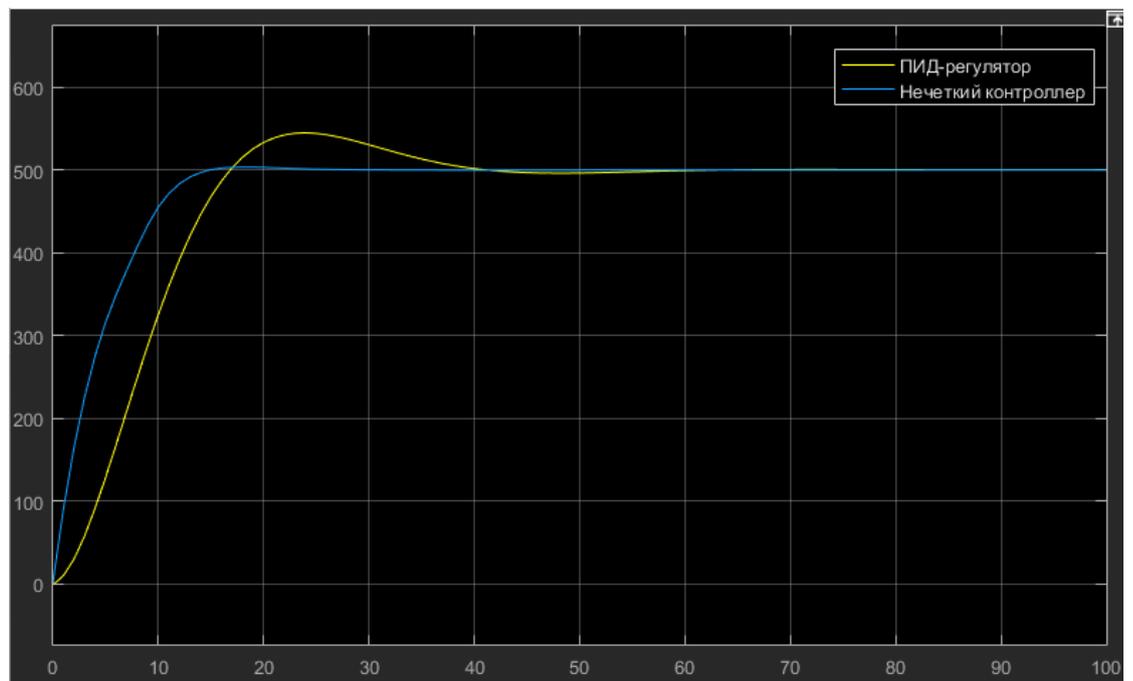


Рисунок 4-3.8 Схема сравнения моделирования ПИД- и нечеткого управления

Согласно результатам, можно видеть, что при регулировании уровня жидкости в резервуаре для воды время регулировки PID велико, а перерегулирования велико, в то время как время регулировки нечеткого управления короткое, а перерегулирования мало.

## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 5.1 Оценить коммерческий потенциал и перспективы научных исследований с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения

#### 5.1.1 SWOT – анализ

SWOT – анализ применяется для оценки слабых и сильных сторон.

В Таблице 5.1.1 приведен анализ влияния сильных и слабых сторон на приведенные возможности и угрозы.

Таблица 5.1.1 – SWOT анализ

	<p style="text-align: center;">Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>1. Простота в использовании.</p> <p>2. Функциональные способности: обрабатывать неполную информацию, моделировать человеческие знания, принимать обоснованные решения и осуществлять качественный надзор.</p> <p>3. Конкурентоспособность продукта: Интеллектуальная система управления, экономящая рабочую силу</p>	<p style="text-align: center;">Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>1. Существует слишком много видов подобных продуктов</p> <p>2. Часто требуется ручное обслуживание и отладка</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>1. Используйте инновационную инфраструктуру ТПУ для быстрого вывода на рынок.</p> <p>2. Необходим широкий спектр</p>	<p>Используйте структуру, чтобы повысить конкурентоспособность продуктов и позволить им быстро выйти на рынок. С повышением производительности труда в промышленности возрос спрос</p>	<p>Отсутствие потребителей, обладающих необходимыми навыками для использования новых продуктов</p>

заводских производственных линий. 3. Разработать более адаптируемые методы управления в промышленных условиях	людей на интеллектуальное промышленное оборудование, и методы управления оборудованием могут постоянно совершенствоваться в промышленной среде.	
<b>Угрозы:</b> Однотипные продукты продолжают развиваться и обновляться	Недостаточный спрос на новые технологии производства замедлит сроки выпуска корректирующих устройств на рынок и снизит квалификацию для научной работы. Развитая конкуренция производителей приведет к снижению конкурентоспособности продукции.	Отсутствие спроса на новые технологии производства может привести к отсутствию научно разработанных прототипов и отсутствию потенциальных потребителей.

## 5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

На стадии разработки научных исследований можно предположить несколько вариантов продукта.

Провести систематическое изучение всех теоретически возможных вариантов, порожденных закономерностью морфологии объекта исследования.

## 5.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо

оптимально спланировать занятость и индивидуальное рабочее время каждого участника.

На этом этапе составляется полный перечень текущих работ, определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой или линейный график реализации проекта.

В этом проекте очень мало сотрудников, он состоит из научного руководителя проекта (НР) и инженера (И) и не требует больших затрат, поэтому при составлении плана пакета работ будет использоваться линейный метод.

Перечень работ разделен на следующие этапы:

- Подготовьтесь заранее;
- Исследование и анализ предметных областей;
- Регистрация файла.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в Таблице 5.3.1.

Таблица 5.3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

№	Перечень работ	Исполнители
<b>Подготовительный этап</b>		
1	Ставьте задачи и ставьте цели	НР, И
2	Найти литературу	И
3	Знаком с работой программного обеспечения	И
<b>Исследования и анализ</b>		
4	Проверка работающего оборудования	НР, И
5	Исследование нечеткой логики	НР, И
6	Исследование устройства нечеткого логического контроллера	И
<b>Разработка программного обеспечения</b>		
7	Разработка программного обеспечения и проектирование нечеткого контроллера в программной среде MATLAB	И

8	Разработка экспериментов	НР, И
9	Настройка и отладка программ	И
10	Анализ экспериментальных результатов	НР, И
<b>Оформление документации</b>		
11	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	И
12	Социальная ответственность	И
13	Защита дипломного проекта	И

## **5.4 Бюджет на научно-технические исследования**

### **5.4.1 Расчет стоимости материалов**

Эта статья включает в себя стоимость всех материалов, использованных при разработке проекта. Поскольку все работы в основном выполняются на компьютерном оборудовании, они не требуют больших материальных затрат. Запланируем оплату электроэнергии на сумму 455 руб.

### **5.4.2 Расчет стоимости специального оборудования для научных исследований**

Эта статья расходов учитывает затраты на приобретение специального оборудования, необходимого для проведения работ по разрабатываемой теме.

Принимая во внимание конкретную ситуацию решаемой задачи, использовалось специальное программное обеспечение со свободными и открытыми лицензиями.

Расчет амортизации персонального компьютера, используемого при написании работы: первоначальная стоимость персонального ПК составляет 40000 рублей; срок полезного использования для офисных машин – 3 года; планируется использовать персональный компьютер для написания ВКР в течение 4 месяцев. Тогда:

норма амортизации вычисляются по формуле (5):

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%, \quad (5)$$

годовые амортизационные отчисления вычисляются по формуле (6):

$$A_T = 40000 \cdot 0,33 = 13200 \text{руб.}, \quad (6)$$

ежемесячные амортизационные отчисления вычисляются по формуле (7):

$$A_M = \frac{13200}{12} = 1100 \text{руб.}, \quad (7)$$

итоговая сумма амортизации основных средств вычисляются по формуле (18):

$$A = 1100 \cdot 4 = 4400 \text{руб.} \quad (8)$$

### 5.4.3 Расчет основной заработной платы исполнителей системы

Основной расчет заработной платы производится по формуле:

$$Z_{3П} = Z_{срд} \cdot k$$

где  $Z_{срд}$  – среднедневная норма заработной платы, руб.;  $k$  – коэффициент надбавок.

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (для научного руководителя – 11,2 месяца; для студента – 10 месяцев);  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (для научного руководителя – 199 раб. дн., для студента – 186 раб. дн.)

$$K = (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

Где  $k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );  $k_d$  – Коэффициент дополнительных выплат и надбавок, утвержденных для этой работы, составляет 0;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.4.3

Таблица 5.4.3 - Базовая заработная плата системных исполнителей

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка	Заграты времени, раб. дни			Коэффициент	Фонд з/платы, руб		
			И1	И2	И3		И1	И2	И3

Научный руководитель	25623,34	1314,23	12,9	18,5	21,6	1,98	32678,2	40872,9	45877,9	
Студент	7600	462,32	74,93	94,45	103,26	1,4	43987,4	50032,7	56328,3	
Итого								76665,6	90905,6	102206,2

Из результатов, представленных в таблице, видно, что минимальная заработная плата исполнителей существует во время реализации проекта в соответствии с планом реализации 1.

#### 5.4.4 Расчет затрат по дополнительной заработной плате

В этой статье оговаривается стоимость дополнительной заработной платы с учетом размера дополнительных выплат, связанных с предоставлением гарантий и компенсаций (при выполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы и обучения, при предоставлении оплачиваемого ежегодного отпуска,).

Расчет дополнительной заработной платы производится по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

Где  $k_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной заработной платы (предполагается, что он равен 0,15 на этапе проектирования).

Все расчеты сведены в таблицу 6.

Таблица 5.4.4 – дополнительная заработная плата исполнителей системы

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата, руб.		
	И1	И2	И3		И1	И2	И3
Научный руководитель	32567,8	41765,6	45678,2	0,15	5176,2	6017,3	7012,4
Студент	41281,4	49623,1	56022,4		6234,1	7388,9	8432,5
Итого					11410,3	13406,2	15444,9

#### 5.4.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Статья расходов отражает обязательные отчисления учреждений

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) в соответствии с законодательством Российской Федерации и медицинского страхования (ФФОМС) из затрат на оплату труда сотрудников.

Сумма вычета определяется по формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

Где  $k_{\text{внеб}}$  - это коэффициент вычета, выплачиваемый во внебюджетные фонды (пенсионные фонды, фонды обязательного медицинского страхования и т.д.).

На 2015 год в соответствии со статьей 58.2 Закона № 212-ФЗ установлены следующие страховые тарифы: ПФР–0,22 (22%), ФСС РФ–0,029 (2,9%), ФФОМС–0,051 (5,1%). Все расчеты сведены в таблицу 7

Таблица 5.4.5 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб			Дополнительная заработная плата, руб		
	И1	И2	И3	И1	И2	И3
Научный руководитель	34653,3	40032,2	46573,7	5243,8	6012,6	6893,2
Студент	41321,7	49862,6	56231,6	6421,7	7421,8	8496,2
Коэффициент ПФРФ	0,22					
Коэффициент ФСС	0,029					
Коэффициент ФФОМС	0,051					
Итого:						
Исполнение 1	26422,77					
Исполнение 2	31046,86					
Исполнение 3	35553,96					

#### 5.4.7 Формирование бюджета затрат на исследовательский проект

В таблице 5.4.6 рассчитывается сумма расходов по всем статьям расходов и вводится их на данном этапе.

Таблица 5.4.6 - Бюджет расходов на Исследовательский проект

Статья затрат	Сумма, руб.		
	И1	И2	И3
Материалы	455	455	455
Амортизация	4400	4400	4400
Заработная плата исполнителей темы	88075,9	63029,3	71467,3
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	26422,77	18908,79	21440,19
Итого	119353,67	86793,09	97762,49

Как видно из данных таблицы 5.4.6 минимальный бюджет расходов на реализацию проекта является самым низким по исполнению №3. Кроме того, основное различие в реализации различных проектов исполнения заключается в том, что временная сложность участников различна.

### 5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой,

### бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность определяется на основе расчета интегрального показателя эффективности научных исследований. Его открытие связано с определением двух средневзвешенных значений: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Итоговое значение финансовых показателей комплексного развития отражает соответствующее увеличение бюджета затрат на развитие в 0,06 раза. Расчет показателя представлен в таблице 6.6

Интегральный показатель ресурсоэффективности варианта объекта исследования может быть определен 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, разработанный в версии i;

$b_i^a$  ,  $b_i^b$  -Интегральный балл i-й разработанной версии устанавливается экспертным методом в соответствии с выбранной шкалой оценки; n - количество

параметров сравнения.

Таблица 5.5 - Сравнительная оценка характеристик вариантов реализации проекта

Критерии объекта исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Новшество	0,3	4	2	3
2. Теоретический уровень	0,4	2	2	2
3. Возможность успешной реализации	0,3	4	4	4
ИТОГО	1	3,7	3,3	3

Интегральные показатели эффективности вариантов развития определяются на основе интегральных показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых (таблица 5.5.1.)

Таблица 5.5.1 - Сравнительная Эффективность Разработки

№	указатель	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Разработка комплексных финансовых показателей	1	0,72	0,82
2	Комплексные показатели эффективности использования ресурсов в целях развития	3,7	3	3,4
3	Интегральный показатель эффективности	3,7	4,2	4,1
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения		0,88	0,9

Поэтому, по сравнению с вариантами №2 и №3, исполнение №1 является наиболее функциональным и ресурсоэффективным. С финансовой точки зрения исполнение №1 требует большее количество трудовых ресурсов. Наиболее эффективной является исполнение №1, представленная студентом в предыдущих главах настоящего ВКР.

## 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### Введение

В рамках выпускной квалификационной работы устройство коррекции размытия изучается и моделируется с помощью различных программных средств. Работа над проектом проводилась в аудитории с персональным компьютером на кафедре автоматизации и компьютерных систем в корпусе 10 Томского политехнического университета.

### 6.1. Производственная безопасность

Таблица 6.1. Опасные и вредные факторы при выполнении работы за компьютером

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Повышенный уровень электромагнитных излучений;	ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
2. Микроклимата;	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны;	СанПиН 1.2.3685-21 «Главный государственный санитарный врач Российской Федерации постановление»
4. Повышенный уровень шума и вибрации;	ГОСТ 12.1.003-2014 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда ШУМ Общие требования безопасности»
5. Психологические факторы –	Трудовой Кодекс РФ

монотонность труда	
6. Электрический ток	ГОСТ 12.1.019-2017 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ Общие требования и номенклатура видов защиты»
7. Повышенный напряжённость электростатического поля	ГОСТ 12.4.124-83 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА Общие технические требования»
8. Короткое замыкание	ГОСТ 12.1.019 – 2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

### 6.1.1. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Когда компьютер работает, вокруг него образуется электромагнитное поле, которое ионизирует окружающую среду, сушит воздух и слабо ионизирует его. Кроме того, электрооборудование (электропроводка, источники бесперебойного питания) и различное периферийное оборудование (принтеры, факсы) являются источниками электромагнитного излучения на рабочем месте.

Длительное пребывание в зоне с высоким уровнем электромагнитного излучения вредно для организма. Могут возникнуть тошнота, усталость, головная боль и другие ощущения, а также повреждение сердечно-сосудистой системы, мозга и центральной нервной системы. Электромагнитное излучение воздействует на психику человека: раздражительность, нервозность и другие

СИМПТОМЫ.

Согласно ГОСТ12.1.006-84[1] «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» (таблица 5.1.1):

Таблица 5.1.1 – Предельно допустимые уровни электромагнитного поля на рабочих местах

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	От 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
1	2	3	4
Напряженность электрического поля, В/м	500	300	80
Напряженность магнитного поля, А/м	50	-	-
Энергетическая нагрузка от электрического поля в течении дня, (В/м) <sup>2</sup> • ч	20000	7000	800
Энергетическая нагрузка от магнитного поля в течении дня, (В/м) <sup>2</sup> • ч	200	-	-

Коллективная защита людей от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется временем, расстоянием, экранированием источника и защитой рабочего места от излучения.

### 6.1.2 Повышенные показатели микроклимата

По степени тяжести тела работа инженеров-программистов относится к категории легкой промышленности Согласно СанПиН 1.2.3685-21[2] «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей ограждающих устройств конструкций(стены,

потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или

- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Эти показатели могут оказывать положительное (повышать работоспособность, комфортно отдыхать) или отрицательное воздействие на организм (головная боль, тошнота и т.д.). Причина отклонения показателей микроклимата может быть связана с нагревом и свежестью воздуха.

Согласно требованиям СанПиН 1.2.3685-21, для лучшего участия в работе должны поддерживаться наилучшие параметры микроклимата.

В таблице 6.1.2, согласно СанПиН 1.2.3685-21, приведены допустимые значения параметров микроклимата класса Ia на рабочих местах промышленных объектов

Таблица 6.1.2 - Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях.

Период года	Температура, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	20,0- 21,9	24,1- 25,0	19,0-26,0	15-75	0, 1	0, 1
Теплый	21,0- 22,9	25,1- 28,0	20,0-29,0	15-75	0, 1	0, 1

В помещении, где происходит прояска, температура и влажность воздуха

поддерживаются в пределах, указанных в таблице. Кроме того, имеется автоматическая система кондиционирования воздуха, которая очищает и нагревает (охлаждает) воздух, поступающий в офис.

Поэтому нет необходимости принимать дополнительные меры для создания благоприятных условий.

### 6.1.3 Недостаточное освещение в рабочей зоне

Согласно санитарно-гигиеническим нормам СанПиН 1.2.3685-21[3], рабочее место должно иметь естественное и искусственное освещение. Во время работы процесс деятельности должен быть хорошо виден, без визуального давления и света от прямого контакта с источником света, попадающего в глаза.

Стандартные показатели освещения для помещений с персональными рабочими станциями и персональными компьютерами приведены в таблице 5.1.3.

Таблица 6.1.3 – Нормативные показатели естественного, искусственного и совместного освещения

Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение			
КЕО, ен, %		КЕО, ен, %		Освещенность, лк		Объединенный показатель дискомфорта $R_{UG}$ , не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При комбинированном освещении	При общем освещении		
3,5	1,2	2,1	0,7	500	400	14	10

Чтобы поддерживать освещение на рабочем месте в приемлемом диапазоне, используются средства коллективной защиты: специальные осветительные приборы, светозащитные устройства и светофильтры. Отдельные лица могут

быть соответствующим образом экипированы защитными очками.

#### **6.1.4 Повышенный уровень шума**

Длительное воздействие шума может привести к потере слуха или даже полной потере слуха и снижению производительности.

Согласно ГОСТ12.1.003-2014[4] максимально допустимый уровень шума на рабочем месте приведен

Максимально допустимый уровень шума (МПУ) относится к работе каждый день (кроме выходных), но не более 40 часов в течение всего периода работы. Это не должно быть во время работы или в долгосрочной жизни нынешнего и будущих поколений. Факторы заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруженные современными методами исследования. Соблюдение правил контроля шума не исключает нарушений здоровья людей, страдающих аллергией.

Распространенными средствами индивидуальной защиты (СИЗ) для предотвращения шума являются затычки, наушники, беруши и шлемы. Принцип действия этих аксессуаров заключается в непосредственной защите органов слуха человека. Закрывая уши как можно плотнее, СИЗ служит барьером для предотвращения чрезмерного звука и предотвращения разрушения слуха и нервной системы человека, как это предусмотрено в СП51.13330.2011[5].

#### **6.1.5 Психофизические факторы**

Несмотря на кажущуюся легкость и отсутствие видимых проблем, постоянное выполнение монотонной работы является крайне тяжелым для человеческой психики, что в итоге неизменно оказывает влияние и на физиологические процессы, протекающие в его организме. Соответственно этому любая монотонная работа должна иметь определенные перерывы и промежутки, которые помогут избавиться от состояния монотонии. Монотонный труд может привести к физическому и психическому ухудшению здоровья работников, поэтому необходим отдых и адекватные отпуска между работой.

Согласно Трудовой Кодекс РФ[6]: обеспечение права каждого работника на своевременную и в полном размере выплату справедливой заработной платы, обеспечивающей достойное человека существование для него самого и его семьи, и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда;

Чтобы избежать монотонного труда, вы можете сделать следующее:

1.Выполняйте определенное количество физических упражнений каждый день.

2.Если возможно, вам следует делать регулярные, но короткие перерывы, даже если это всего несколько секунд, чтобы освободиться от работы.

3.Если есть возможность изменить рабочую среду без ущерба для условий труда, по крайней мере, на какое-то время, это изменение должно быть согласовано.

### **6.1.6 Электрический ток**

Компьютеры и рабочее оборудование являются потенциальными источниками опасности поражения электрическим током для людей. При использовании компьютера может произойти случайное поражение электрическим током.

Согласно ГОСТ 12.1.019-2017 [7]:Базовый принцип защиты от поражения электрическим током и электрической дугой

Проводящие части, находящиеся под опасным рабочим, наведенным, остаточным напряжением, не должны быть доступными, а доступные проводящие части не должны находиться под опасным напряжением при нормальных условиях (при отсутствии повреждения), а также в случае единичного повреждения.

Защиту при нормальных условиях (защиту от прямого прикосновения) обеспечивают посредством основной защиты, а защиту при условиях единичного повреждения (защиту при косвенном прикосновении) обеспечивают посредством защиты при повреждении.

Усиленные защитные меры предосторожности обеспечивают защиту от

прямого прикосновения и защиту при повреждении.

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применять следующие технические способы и средства (основная защита):

- основная изоляция;
- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- ограничение напряжения, применение сверхнизкого (малого) напряжения;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- ограничение установившегося тока прикосновения и электрического заряда;
- электрическое разделение;
- предупредительная световая, звуковая сигнализации, блокировки безопасности, знаки безопасности;
- электрозащитные средства и другие средства индивидуальной защиты

### **6.1.6 Повышенная напряжённость электростатического поля**

Статическое электричество - это совокупность явлений, связанных с возникновением, накоплением и релаксацией свободных зарядов на поверхности диэлектрика, в объеме или на изолированном проводнике. Наиболее опасными последствиями статического электричества для нефтехимических предприятий являются серьезные пожары и взрывы, вызванные электростатическими разрядами.

Согласно ГОСТ 12.4.124-83, необходимо защищать рабочее место от статического электричества. Средства защиты от статического электричества делятся на следующие категории: заземляющие устройства; нейтрализаторы;

увлажнители; антистатические вещества; экранирующие устройства.

Таким образом, мы можем обеспечить безопасность рабочего места, безопасность работников, защиту имущества компании и безопасность окружающей экологической среды.

### **6.1.7 Короткое замыкание;**

Во время работы может произойти короткое замыкание электрооборудования, что может привести к поражению персонала электрическим током, повреждению оборудования и даже к крупномасштабным пожарам.

Электрооборудование в лаборатории представляет собой трехфазное электронное оборудование промышленной частоты (КЗ).

Компьютерная аудитория второго корпуса ТПУ по опасности поражения электрическим током относится к первому классу – помещение без повышенной опасности, т.к. температура в помещении не превышает 30 °С, относительная влажность воздуха не превышает 70 %, токопроводящие полы отсутствуют (полы выполнены из керамической плитки).

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме эксплуатации электроустановок в компьютерной аудитории применены следующие меры защиты:

1. Защитное заземление и зануление;
2. Изолирующие электрозщитные средства;
3. Устройства автоматического отключения питания. Необходимо также проводить мероприятия по закреплению работниками правил безопасной работы с электрическим оборудованием.

### **6.2. Экологическая безопасность**

В процессе завершения работ по окончательной оценке загрязнения окружающей среды не было, поскольку оно не было выброшено в воздух, а поскольку оно не было сброшено в водохранилище, оно не оказало никакого

влияния на воду.

Утилизация люминесцентных ламп: Этот вид ламп нельзя выбрасывать в мусорные баки или уличные контейнеры, но их необходимо отнести в ваш районный ДЕЗ (единый клиентский совет) или РЭУ (управление ремонта и технического обслуживания), где есть специальные контейнеры. Там они принимаются бесплатно, и основа которых должна быть утилизирована в соответствии с руководством Федерального бюро по надзору за защитой прав потребителей и благополучия человека

Бытовые отходы могут привести к загрязнению литосферы. Самый разумный способ предотвратить это - переработка отходов. Основным отходом в процессе работы является бумага, и ее утилизация происходит в мусорное ведро.

К отходам, производимым в помещении, можно отнести бытовой мусор и твердые отходы при поломки частей ПК. Согласно СанПиН 2.1.3684-21 оборудование в случае полной неработоспособности и неремонтопригодности должно быть утилизировано на полигоне твердых бытовых отходов [8].

Необходимо предпринимать различные меры, для того чтобы как можно больше сократить негативное влияние на окружающую среду. В качестве таких мер можно рассматривать:

- использование экономного режима работы электротехники;
- использовать энергосберегающие лампы для освещения помещений;
- устанавливать режим освещения, соответствующий времени года;
- правильно утилизировать отходы (компьютерный лом, газоразрядные лампы, бумага и др.);
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- использовать малотоксичные материалы при производстве компьютерной техники.[9]

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар, поскольку на рабочем месте расположено большое количество компьютеров. Согласно РФ от 16.09.2020 №1979 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации». [9], компьютерный зал относится к категории в (пожароопасность).

Основная причина пожара:

1. Нарушают правила эксплуатации электрооборудования или его эксплуатация находится в неисправном состоянии;
2. Перегрузка цепи;
3. Используйте неисправные устройства, провода и устройства, которые вызывают искры, короткие замыкания и т.д.;
4. Курение в местах для некурящих.

Для предотвращения пожара необходимо соблюдать следующие меры:

1. Обеспечить установленный режим работы безопасных электрических сетей и другого оборудования;
2. Соблюдать правила и нормы пожарной безопасности при монтаже оборудования и во время эксплуатации оборудования;
3. Проводить технические осмотры и регулярные проверки и ремонты оборудования и средств пожаротушения (огнетушителей) в соответствии с графиком.

В помещении должно быть установлено достаточное количество огнетушителей.

В случае пожара люди, находящиеся в здании, должны покинуть его в соответствии с планом эвакуации.

При возникновении пожара здание необходимо покидать в соответствии с планом эвакуации, которые размещены на каждом этаже. План эвакуации приведен на рисунке 5.3.



В качестве самой характерной ЧС был выявлен пожар. Следование предложенным в данном разделе правилам и мерам может помочь избежать чрезвычайных ситуаций, а также обеспечить сохранность здоровья персонала и состояния окружающей среды.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе в качестве объекта исследования используется резервуар для воды с одной емкостью, в качестве метода управления используется теория нечеткой логики, а в качестве инструмента – программное обеспечение MATLAB.

Достоинствами метода ПИД-регулирования являются его простота, удобство в использовании, легкость при адаптации и надежность.

Нечеткое управление упрощает сложность проектирования системы, особенно подходит для управления нелинейными, изменяющимися во времени, гистерезисными и неполными модельными системами; не зависит от точной математической модели контролируемого объекта; использует законы управления для описания взаимосвязи между системными переменными; использует лингвистические нечеткие переменные без числовых значений для описания системы. Нечеткому контроллеру не нужно создавать полную математическую модель объекта управления.

С помощью имитационного моделирования было проведено сравнение двух вышеперечисленных методов регулирования уровня жидкости в резервуаре. При применении ПИД-регулятора время регулирования составило 75 с. перерегулирование – 10 %, что является большим значением для указанного объекта регулирования. При использовании нечеткого регулятора были получены такие результаты – перерегулирование 0,505 %, время регулирования – 25 с., что является лучшими показателями по сравнению с классическим подходом и доказывает лучшую применимость метода нечеткой логики для поставленной задачи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1]. U.K., Narvey R. Speed control of DC motor using fuzzy PID controller. Advance in Electronic and Electric Engineering, 2010, vol. 3, no. 9, pp. 1209-1220.

[2] Цзэн Вэнь. Разработка автоматической системы стабилизации температуры. Учебник для вузов. – Томск: ТПУ, 2017 – 33 с.

[3] Основы нечеткого управления [Электронный ресурс] -Режим доступа: Основы нечеткого управления. Автоматические системы управления [Электронный ресурс]. URL: [chipsystem.ru/](http://chipsystem.ru/) (дата обращения 03.06.20122 г.)

[4] Чжао Кайлинь. Исследование нечеткого управления полуактивной подвеской автомобиля. / Doctoral dissertation, Восточно-Китайский университет Цзяотон. 2007. С 56- 65.

[5] Ван Чуаньчуань. Коэффициент количественной оценки и масштабный коэффициент в Matlab, коэффициент количественной оценки при проектировании нечеткого контроллера и выбор масштабного коэффициента. / Сычуаньский военно-инженерный журнал. 2008, С. 34 – 43.

[6] Чжоу Лиен, Гао Лили и Гао Лу. Обсуждается роль коэффициента количественной оценки и масштабного коэффициента в нечетком контроллере. Наука, техника и экономика Внутренней Монголии (19), 2. 2004

[7] Нечеткая логика – функция членства [Электронный ресурс]. URL: [Нечеткая логика - функция членства - CoderLessons.com](http://CoderLessons.com) (дата обращения 03.06.20122 г.)

[8] Ю. Я. Солонников. Реализация нечеткого регулятора для системы контроля уровня жидкости, используя программный комплекса LabView / Ученые заметки ТОГУ. 2017. С 23- 31.

[9] Основные компоненты MATLAB. Электронный ресурс] -Режим доступа: [Основные компоненты MATLAB, Toolboxes и его виды -](#)

Оптимизация производства по выпуску продукции на предприятии Nature Republic (studbooks.net)

[10] Вэньсин. "Анализ и применение MATLAB Fuzzy Logic Toolbox".  
Научная пресса. (04,2001)

[11] ГОСТ12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»

[12] СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

[13] СанПиН 1.2.3685-21 «Главный государственный санитарный врач российской федераций постановление»

[14] ГОСТ12.1.003-2014 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда ШУМ Общие требования безопасности»

[15] Трудовой Кодекс РФ

[16] ГОСТ 12.1.019-2017 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ Общие требования и номенклатура видов защиты»

[17] ГОСТ 12.4.124-83 «МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ Система стандартов безопасности труда СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА Общие технические требования»

[18] ГОСТ 12.1.019 – 2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.