



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»
ООП – Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка алгоритмов управления установки физического подобия «Трехфазный сепаратор» на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200

УДК 621.3.049.77:66.074.1

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Парпико Виктор Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н., профессор		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман Алёна Владимировна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	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.
ПК(У)-2	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.
ПК(У)-3	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.
ПК(У)-4	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.
ПК(У)-5	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.
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием

Код компетенции	Наименование компетенции
	необходимых методов и средств анализа.
ПК(У)-7	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.
ПК(У)-8	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.
ПК(У)-9	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.
ПК(У)-10	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.
ПК(У)-11	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.
ПК(У)-18	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.
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления

Код компетенции	Наименование компетенции
	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.
ПК(У)-20	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.
ПК(У)-21	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.
ПК(У)-22	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 (ИШИТР)
 Направление подготовки (ООП) – 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

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Парипко Виктор Олегович

Тема работы:

Разработка алгоритмов управления установки физического подобия «Трёхфазный сепаратор» на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 34-90/с от 03.02.2023 г.

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p>	<p>Объектом исследования является процесс создания и разрушения водонефтяной эмульсии, изучаемый с целью создания стенда физического подобия «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости». Предназначение стенда – углубленное изучение процесса создания и разрушения водонефтяной эмульсии, а также выявления способов интенсификации данных процессов.</p>
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> – Описание технологического процесса; – Разработка функциональной схемы автоматизации; – Разработка алгоритмов режимов работы; – Разработка мнемосхемы стенда; – Разработка принципиальной электрической схемы.
Перечень графического материала	<ul style="list-style-type: none"> – Схемы алгоритмов режимов работы; – Мнемосхема; – Функциональная схема; – Принципиальная электрическая схема.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ОБД
Финансовый менеджмент	Гасанов Магеррам Али оглы, профессор ОСГН, д.э.н

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	03.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		03.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Парипко Виктор Олегович		03.02.2023 г.

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8Т92	Парипко Виктор Олегович

Тема работы:

Разработка алгоритмов управления установки физического подобия «Трехфазный сепаратор» на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200
--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2023 г.	<i>Основная часть ВКР</i>	60
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Социальная ответственность»</i>	20
30.05.2023 г.	<i>Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н., доцент		03.02.2023 г.

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Парипко Виктор Олегович		03.02.2023 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 121 страницы, содержит 30 рисунков, 19 таблиц, 19 источников литературы и 8 приложения.

Ключевые слова: проект, эмульсия, стенд, нефтегазовый трёхфазный сепаратор, подготовка нефти, датчики, алгоритмы, ПЛК.

Объектом исследования является трехфазный сепаратор нефти.

Целью работы является разработка алгоритмов работы стенда физического подобия трехфазного сепаратора.

В результате исследования был проведен монтаж стенда физического подобия «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости», разработаны алгоритмы работы стенда в трех режимах, также была разработана мнемосхема стенда.

Данный проект может применяться в направлениях проектной работы или научно-исследовательской работе, а также применяться для исследования процессов создания и разрушения эмульсии

Для выполнения выпускной квалификационной работы использовались программные продукты Microsoft Word, Codesys V3.5 SP16.

Задание на ВКР выполнено, в полном объеме и разработка соответствует заданию на проектирование.

Содержание

Введение	13
1. Общее описание проблемы, решение и обзор аналогов	14
1.1 Общее описание проблемы	14
1.2 Трехфазные сепараторы на основе гравитации.....	14
1.3 Анализ аналогов.....	16
1.4 Решение	18
1.5 Выводы к главе	20
2. Требования системы управления стендом физического подобия “Трехфазного сепаратора”	21
2.1. Общие требования к системе	21
2.2 Требования к функциональным возможностям	21
2.3 Требования к технологическому обеспечению	22
2.4 Вывод к главе	22
3. Нефтяные эмульсии	24
3.1 Понятие эмульсии.....	24
3.2 Классификация эмульсий.....	24
3.3 Свойства эмульсий.....	24
3.4 Методы создания эмульсий.....	25
3.5 Вывод к главе	25
4. Монтаж лабораторного исследовательского стенда	27
4.1. Подключение стенда к источнику питания и заземление	27
4.2. Подключение насосов и клапанов к источнику питания.....	31
4.3. Включение стенда.....	33
4.4. Конфигурация контроллера ОВЕН ПЛК-200 и модуля МУ210- 402	34
4.5. Физическая проверка работоспособности стенда.....	37
4.6 Вывод к главе.....	38
5. Разработка алгоритмов работы стенда.....	39
5.1. Описание режима работы “Технологический прогон”.....	42

5.1.1.	Разработка алгоритма работы “Технологический прогон”	44
5.2.	Статический режим работы сепаратора	46
5.2.1.	Разработка алгоритма работы статического режима	46
5.3.	Динамический режим	48
5.3.1.	Разработка алгоритма работы динамического режима.....	49
5.4.	Разработка мнемосхемы	50
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 54	
6.1	Потенциальные потребители результатов исследования	54
6.2	Анализ конкурентных технических решений	55
6.3	SWOT – анализ	57
6.4	Планирование научно-исследовательских работ.....	58
6.4.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	58
6.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	60
6.5	Бюджет научно-технического исследования	63
6.5.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	63
6.5.2	Основная заработная плата исполнителей темы	66
6.5.3	Дополнительная заработная плата	67
6.5.4	Отчисления во внебюджетные фонды.....	68
6.5.5	Накладные расходы	68
6.5.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	69
6.6	Потенциальные потребители результатов исследования.....	69
6.7	Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	72
7.	Социальная ответственность	76
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	77
7.2	Производственная безопасность	78
7.2.1	Отклонение показателей микроклимата.....	80
7.2.2	Превышение уровня шума	80

7.2.3 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения.....	81
7.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.....	82
7.2.5 Монотонность труда, длительное сосредоточенное наблюдение	83
7.2.6 Электромагнитное поле промышленной частоты (порядка (50- 60) Гц).....	83
7.2.7 Повышенный уровень общей вибрации.....	84
7.3 Экологическая безопасность	84
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
7.5 Вывод по разделу социальная ответственность	86
Список используемых источников.....	87
Приложение А (обязательное) Принципиальная электрическая схема	89
Приложение Б (обязательное) Функциональная схема	90
Приложение В (обязательное) Блок схема технологического прогона	91
Приложение Г (обязательное) Блок схема статического режима работы.....	92
Приложение Д (обязательное) Блок схема динамического режима работы...	93
Приложение Е (обязательное) Алгоритм технологического прогона.....	94
Приложение Ж (обязательное) Алгоритм статического режима	98
Приложение З (обязательное) Алгоритм динамического режима	100

Введение

В настоящее время развитие нефтегазовой промышленности является одним из важнейших факторов экономического развития страны. Вместе с этим появляется необходимость решения проблемы очистки нефтяных и газовых потоков от примесей. Одной из основных примесей является эмульсия - нефтепродукт, смешивающийся с водой, что затрудняет ее обработку и ухудшает качество продукции.

Для решения данной проблемы разрабатываются специализированные установки - трехфазные сепараторы, которые позволяют разделить нефтяной поток на три фазы: газ, нефть и воду. Разработка алгоритмов работы станда трехфазного сепаратора является актуальной задачей, поскольку позволяет оптимизировать процесс очистки и повысить качество конечной продукции.

Целью данной работы является разработка эффективных алгоритмов работы станда трехфазного сепаратора, а также создание соответствующего программного обеспечения. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- изучение существующих методов очистки нефтяных потоков от эмульсии;
- монтаж станда;
- разработка алгоритмов работы станда трехфазного сепаратора;
- тестирование разработанных алгоритмов и программного обеспечения.

Результаты данной работы могут быть использованы в нефтегазовой промышленности для оптимизации процессов очистки нефтяных потоков и повышения качества продукции.

1. Общее описание проблемы, решение и обзор аналогов

1.1 Общее описание проблемы

В данном контексте проблема заключается в необходимости разработки эффективных алгоритмов, которые позволят обеспечить автоматический контроль и управление трехфазным сепаратором, используемым в нефтяной промышленности для разделения нефти, газа и воды.

Существующие алгоритмы работы стенда трехфазного сепаратора не всегда способны обеспечить эффективный и точный контроль работы оборудования, что может привести к неконтролируемому разделению жидкостей и газа и возникновению аварийных ситуаций на объектах нефтяной промышленности.

Одной из ключевых проблем является определение точного уровня каждой из фаз (нефти, воды и газа) в сепараторе и поддержание этого уровня в определенном диапазоне. Эта задача осложняется наличием флуктуаций в расходе и составе входной смеси, а также наличием примесей и других факторов, которые могут влиять на точность измерений.

Еще одной проблемой является необходимость определения оптимальных параметров работы сепаратора в зависимости от условий эксплуатации, таких как температура, давление и состав смеси. Это важно для обеспечения максимальной эффективности и производительности оборудования.

1.2 Трехфазные сепараторы на основе гравитации

Трехфазные сепараторы на основе гравитации - это устройства, используемые для разделения нефти, газа и воды с помощью различных физических процессов, таких как оседание, фильтрация и взаимодействие жидкостей с поверхностями различной природы. Обзор аналогов таких устройств позволит понять, какие принципы и методы работы существуют на рынке, а также определить наиболее эффективные технологии и применяемые алгоритмы.

Одним из наиболее распространенных типов трехфазных сепараторов на основе гравитации является сепаратор-труба. Это устройство имеет форму цилиндрической трубы, внутри которой жидкости разделяются в результате их различной плотности. На выходе из сепаратора-трубы получается три фазы - газ, вода и нефть.

Другим распространенным типом трехфазных сепараторов на основе гравитации являются сепараторы-декантеры. Они используются в тех случаях, когда необходимо разделить нефть, воду и газ с большой точностью и эффективностью. Сепаратор-декантер имеет форму цилиндра, внутри которого находятся спиральные лопасти, которые создают вращательное движение жидкостей и позволяют разделить их на три фазы.

Еще одним типом трехфазных сепараторов на основе гравитации являются горизонтальные сепараторы. Они имеют форму горизонтального цилиндра, внутри которого жидкости разделяются на основе их различной плотности. Горизонтальные сепараторы часто используются в местах, где необходимо обеспечить высокую эффективность разделения фаз, а также в тех случаях, когда необходимо сократить размеры сепаратора.

Таким образом, трехфазные сепараторы на основе гравитации являются одними из наиболее распространенных средств для разделения нефти, газа и воды в нефтяной промышленности. Они работают на основе различных физических свойств жидкостей и газов, таких как плотность и вязкость, и используют гравитационную силу для разделения компонентов. Ниже приведены плюсы и минусы трехфазных сепараторов на основе гравитации:

Преимущества:

– эффективность: Трехфазные сепараторы на основе гравитации могут эффективно разделять нефть, газ и воду, даже при больших объемах входной смеси. Это делает их идеальными для использования на нефтяных месторождениях, где происходит добыча большого количества смеси;

– простота в использовании: Трехфазные сепараторы на основе гравитации не требуют сложной технической экспертизы для работы и

обслуживания. Они могут быть легко установлены и поддерживаться операторами без специального обучения;

- долговечность: Трехфазные сепараторы на основе гравитации изготавливаются из прочных материалов, что делает их долговечными и надежными в работе.

Недостатки:

- ограниченная точность: Трехфазные сепараторы на основе гравитации не всегда способны обеспечивать высокую точность разделения компонентов смеси, особенно при большом количестве примесей и флуктуациях в расходе и составе входной смеси;

- ограниченные возможности контроля: Трехфазные сепараторы на основе гравитации обычно не имеют возможности контролировать состав компонентов на выходе. Они могут только разделять смесь на три основных компонента, но не могут определить точное соотношение каждого из компонентов на выходе;

- небольшой диапазон работы: Трехфазные сепараторы на основе гравитации имеют ограниченный диапазон работы в зависимости от параметров входной смеси, таких как температура и давление. В некоторых случаях может потребоваться использование дополнительного оборудования.

1.3 Анализ аналогов

Разработанный стенд трехфазного сепаратора на основе гравитации представляет собой уникальное и оригинальное техническое решение. Некоторые из возможных аналогов стенда трехфазного сепаратора на основе гравитации могут включать:

- промышленные трехфазные сепараторы: В нефтегазовой промышленности используются трехфазные сепараторы для разделения нефтяных смесей на нефть, газ и воду. Они основаны на принципе гравитационного разделения фаз и имеют схожую цель - обеспечить эффективное разделение компонентов смеси;

– лабораторные установки: В лабораторных условиях могут применяться установки для моделирования процессов разделения нефтяных смесей. Эти установки позволяют изучать и оптимизировать процессы сепарации с помощью гравитационного метода и могут служить аналогом разработанного стенда;

– пилотные установки: В некоторых научно-исследовательских и промышленных проектах используются пилотные установки для изучения и оптимизации процессов разделения нефтяных смесей. Эти установки могут имитировать условия промышленного производства и применять гравитационные методы разделения фаз.

Рассмотрим промышленные трехфазные сепараторы. Преимущества промышленного трехфазного сепаратора, используемого в нефтегазовой области, могут включать:

1) высокая эффективность сепарации: Промышленные трехфазные сепараторы обладают высокой эффективностью разделения компонентов нефтяной смеси. Они способны эффективно отделять нефть, газ и воду, что позволяет получить продукты с требуемыми характеристиками и качеством;

2) большой объем обработки: Промышленные трехфазные сепараторы могут обрабатывать большие объемы нефтяных смесей, что делает их идеальным выбором для промышленных масштабов. Они способны справиться с высокими производственными нагрузками и обеспечить непрерывную работу процесса сепарации;

3) автоматизация и контроль: Современные промышленные трехфазные сепараторы оборудованы системами автоматизации и контроля, которые позволяют наблюдать и регулировать процесс сепарации. Это обеспечивает оптимальные условия работы и повышает эффективность процесса;

4) надежность и долговечность: Промышленные трехфазные сепараторы обычно изготавливаются из прочных материалов и имеют устойчивую конструкцию, способную выдерживать экстремальные условия

работы. Они обладают высокой надежностью и долговечностью, что позволяет использовать их в течение длительного времени без существенного снижения производительности.

Некоторые из возможных минусов промышленного трехфазного сепаратора могут включать:

1) высокие затраты на оборудование: Промышленные трехфазные сепараторы являются крупными и сложными устройствами, что может привести к высоким затратам на их приобретение, установку и обслуживание. Это может быть значительным фактором ограничения для небольших предприятий или проектов с ограниченными финансовыми ресурсами;

2) требования к эксплуатационному персоналу: Промышленные трехфазные сепараторы являются сложными техническими разработками, поэтому персонал должен знать и понимать, как решать определенные задачи, связанные с ним;

3) неточность сепарации: Некоторые нефтяные смеси могут содержать взвешенные частицы, эмульсии или другие примеси, которые могут затруднять их разделение на отдельные фазы (нефть, газ и вода).

1.4 Решение

Для решения поставленных проблем необходимо разработать эффективные алгоритмы работы стенда трехфазного сепаратора, которые позволят автоматически контролировать и управлять процессом разделения жидкостей и газа. Также в систему трехфазного сепаратора планируется разработка искусственного зрения, которое позволит решить многие проблемы, связанные с точностью и контролем процесса разделения нефти, газа и воды.

Использование искусственного зрения в трехфазном сепараторе позволит точно измерять уровни каждой из фаз в реальном времени и контролировать их в определенном диапазоне. Это позволит избежать неконтролируемого разделения жидкостей и газа и снизить вероятность аварийных ситуаций.

Другое преимущество использования искусственного зрения в трехфазном сепараторе заключается в возможности определения оптимальных параметров работы оборудования в зависимости от условий эксплуатации, таких как температура, давление и состав смеси. Это позволит увеличить эффективность и производительность оборудования. Также использование искусственного зрения позволит сократить затраты на обслуживание и ремонт оборудования, так как не будет необходимости в ручных измерениях и контроле процесса.

Также разработанный стенд трехфазного сепаратора обладает несколькими преимуществами. Во-первых, он более экономически выгоден по сравнению с промышленными аналогами благодаря использованию доступных материалов и оптимизации процессов производства. Во-вторых, он компактен и занимает меньше пространства, что особенно полезно, когда ограничено доступное пространство или требуется мобильное использование.

Кроме того, разработанный стенд обладает простотой в управлении. Он имеет интуитивно понятный интерфейс, минимум настроек и может быть автоматизирован, что упрощает обучение и операцию сепаратора. Также он гибок и настраиваем в соответствии с требованиями проекта или задачи, позволяя регулировать параметры сепарации и настраивать процессы для достижения оптимальной эффективности.

Таким образом, основные задачи на дипломную работу являются:

- разработка алгоритма измерения уровней каждой из фаз (нефти, воды и газа) в сепараторе;
- разработка алгоритма управления работой сепаратора, который позволит поддерживать оптимальные параметры работы сепаратора в зависимости от условий эксплуатации. Разработка алгоритма обнаружения аварийных ситуаций и предотвращения их возникновения;
- помимо разработки алгоритмов, также необходимо провести монтаж стенда и провести первые запуски, чтобы убедиться в эффективности и точности работы разработанных алгоритмов. Важно также обеспечить

возможность дальнейшего масштабирования и модернизации стенда для обеспечения его работоспособности в различных условиях эксплуатации.

1.5 Выводы к главе

В данной главе была рассмотрена проблема автоматического контроля и управления трехфазным сепаратором в нефтяной промышленности. Были изучены различные типы трехфазных сепараторов на основе гравитации и аналоги разработанного стенда. Трехфазные сепараторы на основе гравитации являются эффективным и простым в использовании средством для разделения нефти, газа и воды. Однако они имеют ограниченную точность разделения компонентов и ограниченный диапазон работы.

Для решения этих проблем предлагается разработать алгоритмы работы стенда трехфазного сепаратора, использующие искусственное зрение для точного измерения уровней фаз и оптимизации работы оборудования. Разработанный стенд обладает преимуществами экономичности, компактности, простоты в управлении и настройки. Для дальнейшей работы рекомендуется разработать алгоритмы измерения и управления, а также провести проверку эффективности и точности разработанных алгоритмов путем демонтажа стенда и первых запусков. Важным аспектом также является возможность масштабирования и модернизации стенда для работы в различных условиях эксплуатации.

2. Требования системы управления стендом физического подобия “Трехфазного сепаратора”

2.1. Общие требования к системе

Для проектирования стенда физического подобия Трехфазного сепаратора необходимо предусмотреть 3 рабочих режима:

- Статический;
- Динамический;
- Режим технического прогона

Режим технологического прогона позволяет проверить работоспособность стенда и промыть емкости. Статический режим должен включать в себя последовательную подготовку водотопливной эмульсии в смесителе, заполнение основной емкости сепаратора этой эмульсией, разделение эмульсии и перекачку разделенной нефти и воды в отдельные емкости. Динамический режим должен позволять выполнять все эти функции одновременно.

2.2 Требования к функциональным возможностям

Система должна автоматически собирать и обрабатывать информацию, включая опрос всех датчиков, масштабирование сигналов и преобразование их в действительные значения, а также фильтрацию сигналов для устранения помех.

Технологический процесс должен быть автоматически контролируемым, с возможностью получения сигналов о превышении допустимых значений. Любые операции, проводимые оператором, должны быть защищены от ошибок, чтобы избежать аварийных ситуаций. Система должна выполнять действия, соответствующие документации на систему и не выходить за пределы установленных параметров.

Также система должна автоматически формировать отчеты о процессе работы.

2.3 Требования к технологическому обеспечению

Автоматизированная система управления (АСУ) стенда должна соответствовать международным стандартным протоколам и быть открытой иерархической системой. Комплекс технических средств, используемых в системе, должен быть минимально достаточным для выполнения функций, указанных в Техническом задании, а также быть технико-экономически обоснованным и основываться на альтернативном выборе. Система должна иметь возможность расширения путем подключения новых контроллеров с модульной архитектурой для свободной компоновки каналов ввода/вывода. Датчики, находящиеся в пожароопасных или взрывоопасных зонах, должны соответствовать требованиям взрывозащиты. Коммутационные подключения к ним должны быть выполнены с использованием модулей с искробезопасными входными сетями или внешних барьеров искробезопасности. Комплекс технических средств должен быть устойчивым в рабочей среде, ремонтнопригодным и заменяемым, а также работать от питания промышленных сетей переменного тока с напряжением 220 или 380 В и при колебаниях этого напряжения в диапазоне $\pm 10\%$.

2.4 Вывод к главе

В результате проведенного анализа и исследования требований к системе управления стендом физического подобия “Трехфазного сепаратора”, можно сделать следующие выводы.

Общие требования к системе включают в себя высокую надежность, удобство использования, а также простоту обслуживания и ремонта. Для обеспечения стабильной работы системы управления необходимо предусмотреть надежное питание и защиту от перегрузок и коротких замыканий.

К требованиям функциональных возможностей определяют возможности системы управления для работы с трехфазным сепаратором. Необходимо обеспечить точное измерение параметров, таких как расход жидкости и газа,

температура, давление, уровень жидкости, а также управление насосами и клапанами.

К требованиям технологическому обеспечению включают в себя поддержку протоколов связи, использование современных компонентов, возможность программной настройки и мониторинга работы системы управления.

В целом, система управления должна обеспечивать стабильную и точную работу стенда физического подобия “Трехфазного сепаратора”, а также быть удобной в использовании и обслуживании. Для этого необходимо учесть все требования, описанные в данной главе, при проектировании и реализации системы управления.

3. Нефтяные эмульсии

3.1 Понятие эмульсии

Нефтяная эмульсия - система нефть-вода, в которой одна из жидкостей диспергирована в другую в виде мелких капель (глобул). Образуется при добыче обводнённых нефтей в скважинах, промысловых трубопроводах, а также в аппаратах вследствие интенсивного перемешивания водонефтяной смеси [16].

3.2 Классификация эмульсий

Существует несколько способов классификации эмульсий:

по составу: масляные (дисперсной фазой является масло) и водные (дисперсной фазой является вода);

по степени дисперсности: грубодисперсные (размер капель от 1 до 100 мкм), мелкодисперсные (размер капель от 0,1 до 1 мкм) и коллоидные (размер капель менее 0,1 мкм);

по типу эмульгатора: катионные, анионные, нейтральные и неионные;

по устойчивости: устойчивые (также называемые эмульсиями II рода) и неустойчивые (также называемые эмульсиями I рода).

3.3 Свойства эмульсий

Основные свойства эмульсий включают:

– вязкость – сопротивление эмульсии деформации при приложении к ней силы;

– стабильность – способность эмульсии сохранять свою форму и состояние на протяжении определенного времени;

– эффективность – способность эмульсии выполнять заданные функции;

– размер капель – характеристика дисперсности, определяющая площадь поверхности взаимодействия компонентов.

Исследование свойств эмульсий является важным направлением в современной науке и технологии, поскольку эмульсии широко используются.

3.4 Методы создания эмульсий

Раздел "Методы создания эмульсий" является важной частью дипломной работы, так как в процессе исследования нефтяной эмульсии необходимо рассмотреть различные методы ее создания, оценить их эффективность и определить наиболее подходящий метод для конкретной задачи.

Один из самых распространенных методов создания эмульсий - это механическое перемешивание. Для этого используются специальные устройства - эмульсификаторы, которые в процессе перемешивания разбивают жидкости на мелкие капли. Однако, при использовании этого метода часто возникают проблемы с необходимостью длительного перемешивания, а также с необходимостью повторной эмульгации, если капли в процессе времени сливаются.

Еще один метод создания эмульсий - это использование поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эти вещества изменяют поверхностное натяжение жидкости и позволяют создавать более стабильные эмульсии. Однако, необходимо учитывать, что использование ПАВ может повлиять на физические и химические свойства эмульсии, а также на ее токсичность.

Кроме того, существуют методы создания эмульсий с использованием ультразвуковых волн, высокого давления, а также с применением космических условий, таких как микрогравитация. Эти методы позволяют получать более стабильные эмульсии, однако, часто требуют специализированных оборудования и высоких затрат.

Для выбора оптимального метода создания эмульсии необходимо учитывать цель исследования, требования к эмульсии, а также доступность и экономическую эффективность метода.

3.5 Вывод к главе

В результате изучения главы 2 «Нефтяные эмульсии» можно сделать следующие выводы:

– Эмульсии представляют собой системы, состоящие из двух немисцIBLEНЫХ жидкостей, одна из которых представлена в виде капель, распределенных равномерно в другой жидкости.

– Существует классификация эмульсий по составу фаз, характеру диспергированной фазы, размерам частиц, степени устойчивости, а также по режиму образования.

– Важными свойствами эмульсий являются устойчивость, степень диспергирования, вязкость, концентрация дисперсной фазы, электрический заряд, величина капель и др.

– Существует множество методов создания эмульсий, которые могут быть механическими, термическими, химическими или комбинированными. Выбор метода зависит от ряда факторов, таких как тип и свойства жидкостей, требуемый размер капель, энергетические затраты, скорость процесса и др.

В целом, глава 2 представляет важную информацию о нефтяных эмульсиях, которая будет использована в дальнейших разделах работы для анализа свойств и поведения эмульсий в процессе их разделения на трехфазном сепараторе.

4. Монтаж лабораторного исследовательского стенда

Для электрического монтажа лабораторного стенда используем однолинейную принципиальную электрическую схему, представленную в приложении А.

Для обеспечения физической работы лабораторного стенда, необходимо было выполнить следующие монтажные работы:

- Подключить стенд к источнику питания;
- Провести заземления стенда;
- Подключить насосы к блокам питания;
- Подключить клапана к блокам питания;
- Проверка работоспособности элементов стенда.

4.1. Подключение стенда к источнику питания и заземление

В данной главе рассматривается вопрос подключения лабораторного исследовательского стенда трехфазного сепаратора к источнику питания и заземление стенда. Это является важным шагом перед началом экспериментальных исследований и требует особого внимания, чтобы избежать повреждения оборудования и обеспечить безопасность работников [1].

Перед подключением стенда к источнику питания необходимо убедиться, что источник питания (рисунок 1) имеет необходимые характеристики и соответствует требованиям стенда. Характеристики блоков питания (MEAN WELL NDR-240-24) представлены в таблице 1 [12].



Рисунок 1 – Блок питания MEAN WELL NDR-240-24

Таблица 1 – Технические характеристики блоков питания

Технические параметры	Значение
Выходное напряжение, В	24
Входной ток, А	2,8
Выходной ток, А	10
Мощность, Вт	240

Для обеспечения питания системы было закуплено 9 блоков питания. Первые 7 блоков питания рассчитаны для обеспечения работы насосов – SEAFLO 42_43 (рисунок 2) [19]. Остальные два блока питания рассчитаны для обеспечения питанием контроллера PLC Овен-200 (рисунок 3) [15] и модуля дискретного вывода МУ 210-402 (рисунок 4) [13], а также 11 клапанов - SMART SF6232 (рисунок 5) [18].



Рисунок 2 – Насос SEAFLO 42_43



Рисунок 3 – Контроллер Овен ПЛК200



Рисунок 4 - МУ210-402



Рисунок 5 – Клапан SMART SF6232

Так как, электропитание будет осуществляться из розетки с напряжением 220 В, а входной ток для блоков питания составляет 2,8 А, необходимо рассчитать мощность. $P=U \cdot I$;

$$P = U \cdot I,$$

где U – входное напряжение;

I – значение входного тока.

Для одного блока питания получаем, что мощность равна:

$$P = 220 \cdot 2,8 = 616 \text{ Вт.}$$

А для 9 блоков питания:

$$P = 616 \cdot 9 = 5544 \text{ Вт;}$$

Чтобы определить необходимое сечение провода, нужно сложить мощности приборов, которые будут подключены, а затем определить сечение медных проводов по соответствующей таблице 2 [17].

Таблица 2 – Сечение медных проводов в зависимости от тока и напряжения

Сечение токопроводящей жилы, мм	Напряжение, 220 В	
	Ток, А	Мощность, кВт
1,5	19	4,1
2,5	27	5,9
4	38	8,3
6	46	10,1

Исходя из таблицы было принято взять:

- Для блоков питания – коричневый (+), голубой (-), желто-зеленый(земля) сечением 2,5 мм²;
- Для подключения к насосам – красный (+), черный (-) сечением 1,5 мм²;
- Для подключения клапанов и электрооборудования – красный (+), черный (-) сечением 0,75 мм².

На рисунке 6 представлено подключение стенда к источнику питания, а также его заземление.

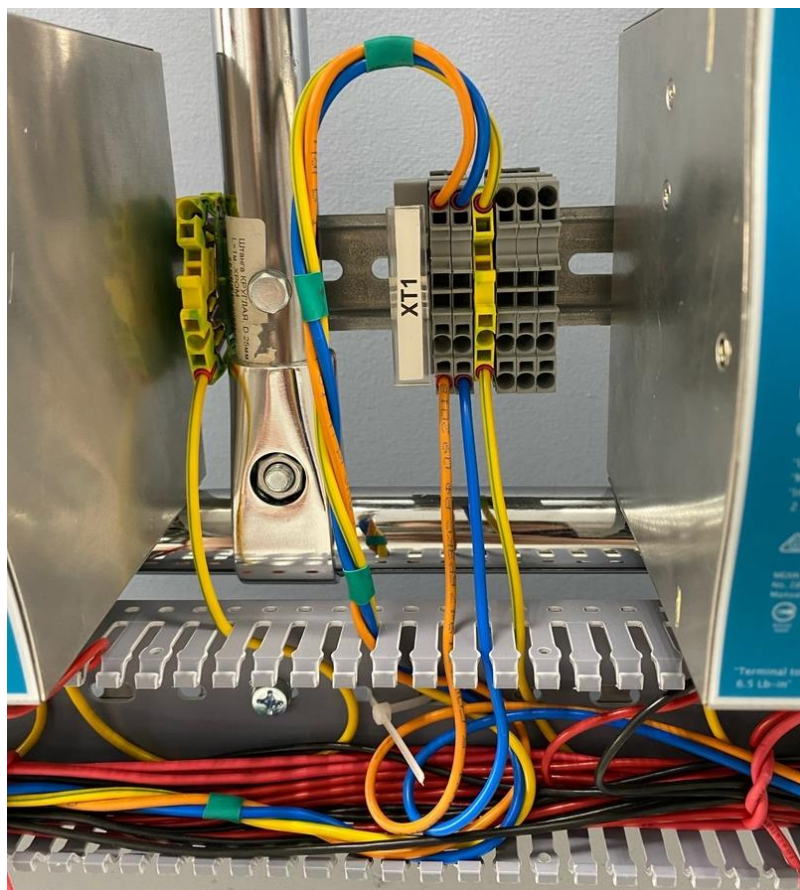


Рисунок 6 – Подключение источника питания и заземление стенда

4.2. Подключение насосов и клапанов к источнику питания

Перед началом подключения насосов и клапанов к источнику питания необходимо провести проверку электрической схемы стенда и убедиться в правильности подключения всех элементов. Проверка правильности подключения проводилось путем тестирования цепи от источников питания, до клапанов и насосов соответственно. Принципиальная электрическая схема представлена в приложении Б.

Для подключения клапанов и насосов, ток с источника питания 220В было необходимо размножить в клеммах XT4 и XT5 (рисунок 7). Далее необходимо было подключить блоки питания. Для насосов питание шло с клеммы XT4, а для клапанов и контроллера XT5 (Согласно принципиальной электрической схеме).

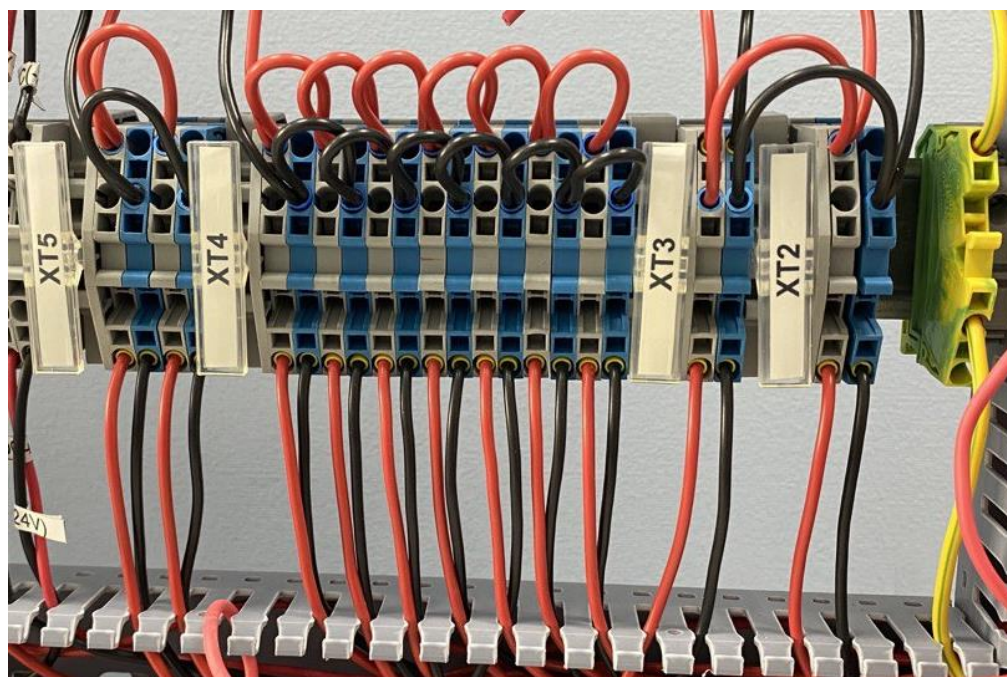


Рисунок 7 – Клеммы XT4 и XT5

Далее выходы с источников питания были подключены к реле, которые соответствовали необходимым насосам или клапанам (рисунок 8). В ходе подключения всех элементов схемы, каждый провод был промаркирован для удобства и точности подключения и обслуживания стенда.

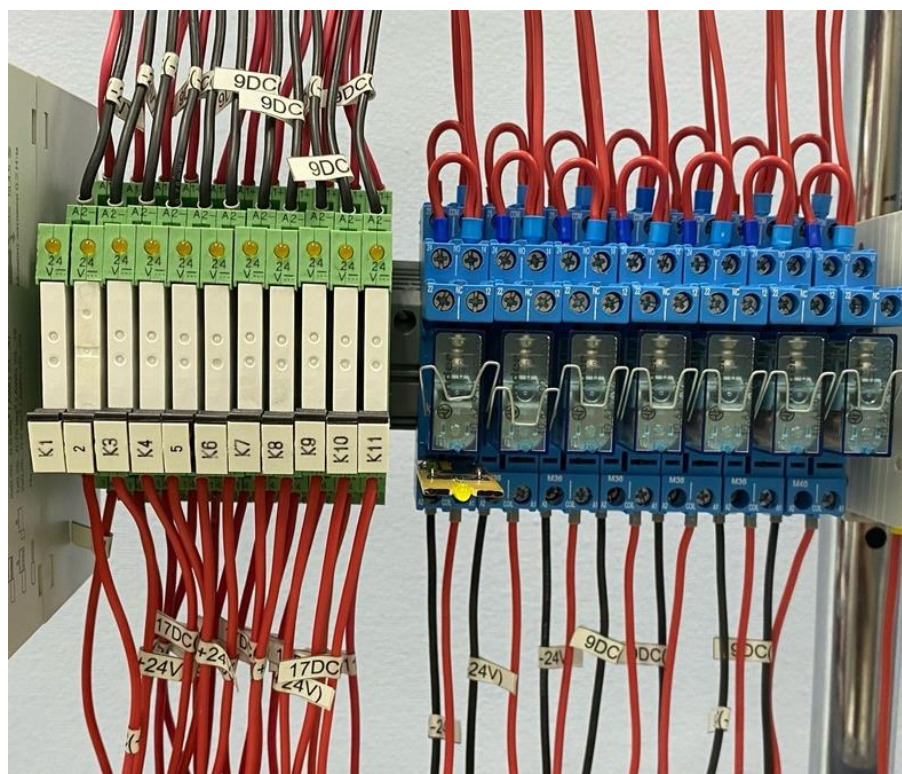


Рисунок 8 – Реле для клапанов и насосов

4.3. Включение стенда

Перед включением трехфазного сепаратора необходимо провести проверку корректности подключения его к источнику питания и заземления. После подключения всех компонентов стенда, была проведена проверка правильности подключения с помощью мультиметра.

Для включения стенда, нужно подать питания, затем включить необходимые автоматы. Для поступления питания на стенд, необходимо включить автоматы 1-SF1 и дифференциальный автомат QF1. После чего для подачи питания на насосы необходимо включить автомат 1-SF2, а для подачи питания на контроллер, модуль вывода и клапана автомат 1-SF3.

В первую очередь было необходимо проверить подключение питания к контроллеру и модулю ввода вывода (рисунок 9). После подачи питания и включения соответствующих автоматов, контроллер и модуль включились, что означало, что система до них собрана правильно.



Рисунок 9 – Включение контроллера и модуля МУ210-402

После включения контроллера и дискретного модуля ввода\вывода, было необходимо подать питание на реле для клапанов, чтобы проверить их работоспособность. Также для проверки работоспособности реле было необходимо подключиться к контроллеру и модулю МУ210-402, провести конфигурирование, чтобы изменять значения выходов.

4.4. Конфигурация контроллера ОВЕН ПЛК-200 и модуля МУ210-402

Конфигурация контроллера и модуля заключается в определении параметров работы контроллера и модуля, а также в установке соответствующих соединений между ними и внешними устройствами. Это включает в себя настройку адресации входов и выходов, выбор режимов работы, установку параметров времени и т.д. Конфигурация контроллера была выполнена путем подключения контроллера к компьютеру с помощью кабеля Ethernet. Затем, после установки соединения с контроллером было запущено веб-приложения для поной настройки контроллера. В процессе конфигурации контроллера был установлен IP-адрес, маска подсети, а также порт контроллера. Затем был выбран тип схемы подключения между контроллером, ПК и модулем МУ210-402 (рисунок 10). Также был установлен пароль, выбран язык и настройки конфигурации хоста, а также настройки даты и времени (рисунок 11) [14].

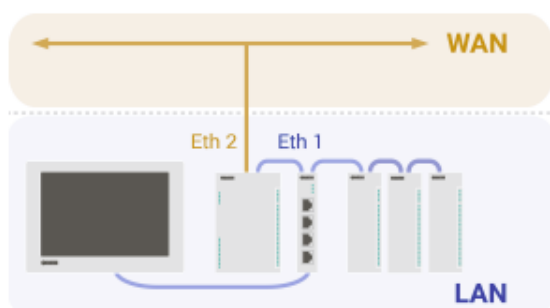


Рисунок 10 – Схема подключения

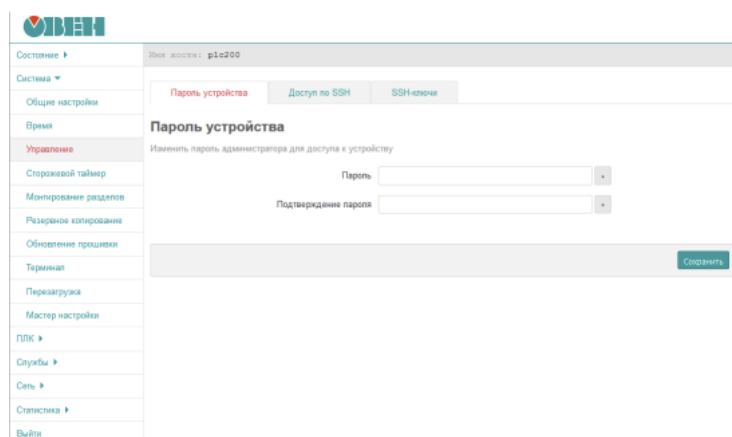


Рисунок 11 – Конфигурация ПЛК 200

Для конфигурации дискретного модуля ввода\вывода МУ210-402 было установлено приложение конфигурации PLC configuration. После установки PLC configuration, было выполнено подключение с модулем МУ210-402 с помощью COM-порта (рисунок 12). После установки соединения с модулем, был выставлен IP адрес, схожий с IP адресом контроллера, маска подсети и порт (рисунок 13).

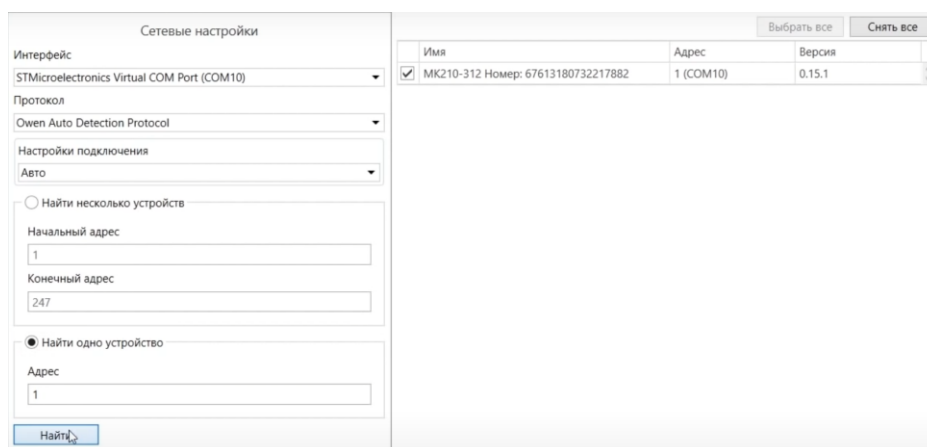


Рисунок 12 – Установка соединения с модулем МУ210-402

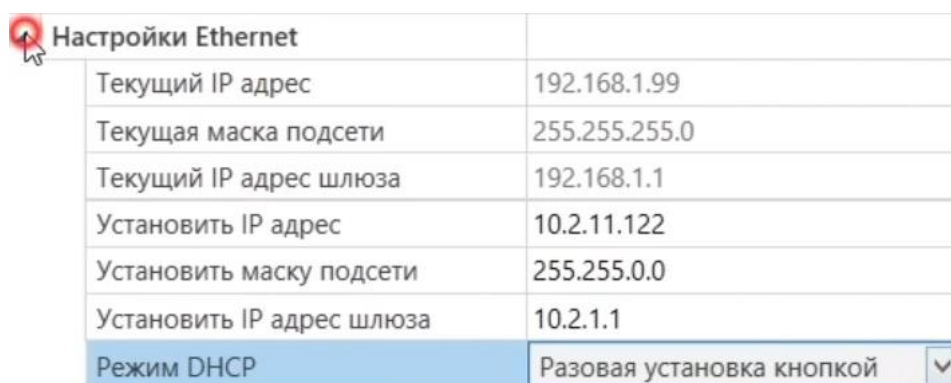


Рисунок 13 – Установка нужных параметров модуля

После установки необходимых сетевых настроек модуля МУ210-402 и ПЛК ОВЕН 200, для проверки работоспособности реле для клапанов и моторов, было сделано тестовое приложение (рисунок 15) в программе Codesys V3.5 SP16, для управления выходами контроллера и модуля.

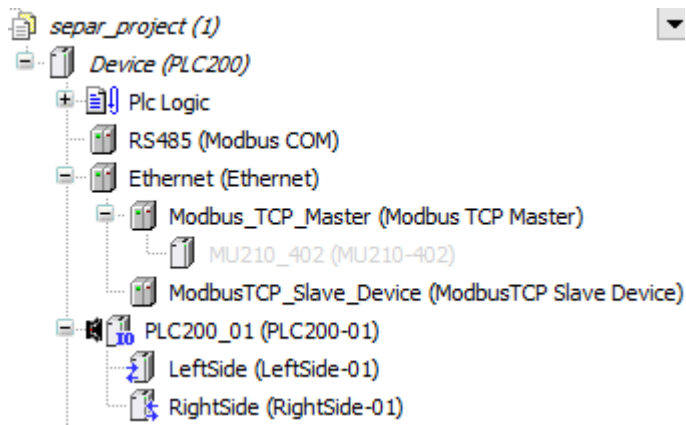


Рисунок 14 – Добавление контроллера и модуля в приложение

VALVE1_DO		Выход 1	VALVE10_DO		Выход 1
VALVE2_DO		Выход 2	VALVE11_DO		Выход 2
VALVE3_DO		Выход 3	Motor1_DO		Выход 3
VALVE4_DO		Выход 4	Motor2_DO		Выход 4
VALVE5_DO		Выход 5	Motor3_DO		Выход 5
VALVE6_DO		Выход 6	Motor4_DO		Выход 6
VALVE7_DO		Выход 7	Motor5_DO		Выход 7
VALVE8_DO		Выход 8	Motor6_DO		Выход 8
			Motor7_DO		Выход 9

Рисунок 15 – Создание переменных для моторов и клапанов

После создания тестового приложения было необходимо проверить работоспособности реле для клапанов и моторов, для это были включены нужные автоматы, после чего выход определенного клапана или мотора менялся со значения FALSE на True, для проверки работы реле (рисунок 16 - 17).

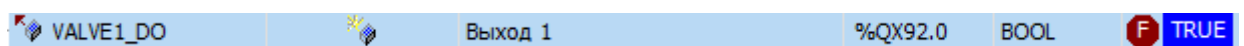


Рисунок 16 – Включение 1 клапана

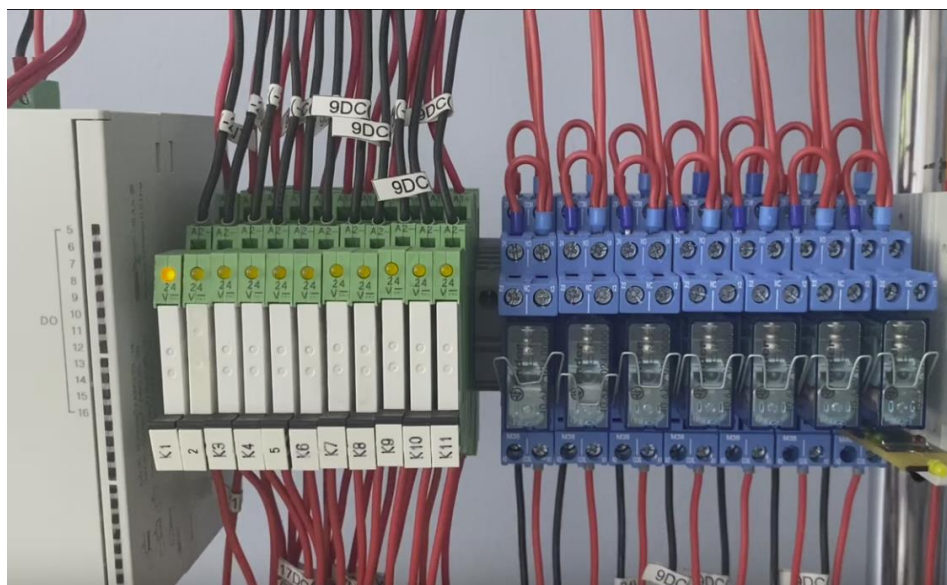


Рисунок 17 – Результат включения

4.5. Физическая проверка работоспособности стенда

В рамках проверки работоспособности разработанного стенда была реализована система перекачки воды и масла из контейнеров E1 и E2 соответственно в контейнер E4, который выполнял роль смесителя (рисунок 18). Эта система позволила нам провести реалистичный эксперимент и оценить производительность и функциональность стенда.

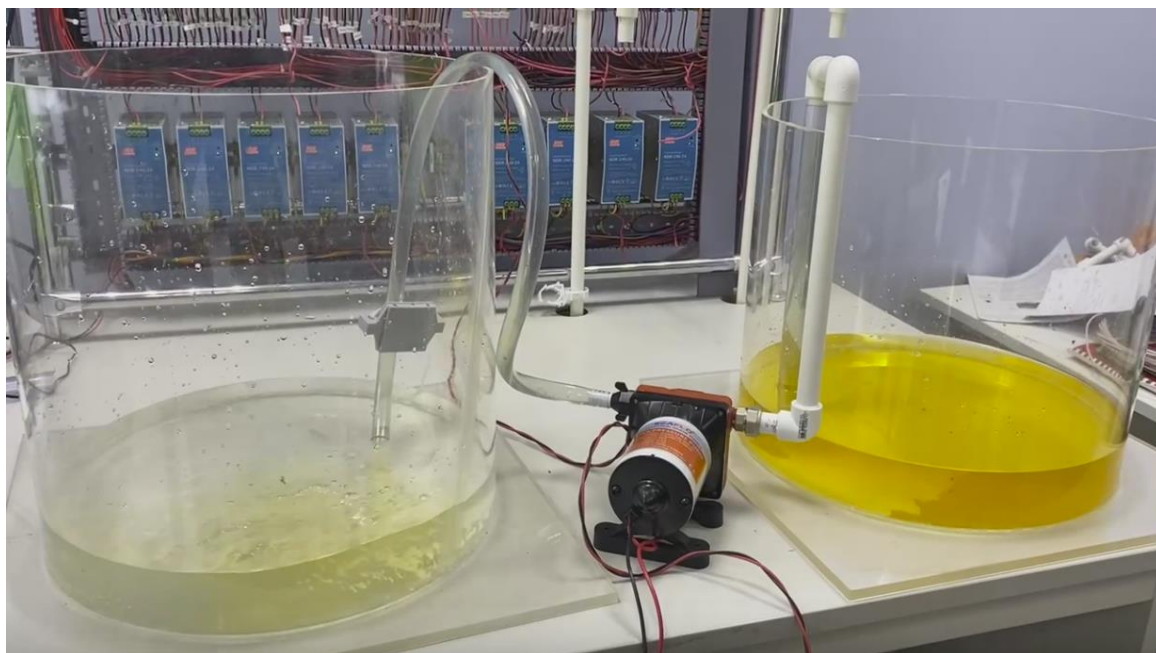


Рисунок 18 – Физическая проверка работы насоса

Результаты проведенного опыта были весьма обнадеживающими. Насос, ответственный за перекачку воды, продемонстрировал высокую мощность и эффективность при выполнении своей задачи. Он справился с перекачкой воды без проблем и продемонстрировал устойчивость к давлению, что подтверждает его надежность и соответствие требованиям проекта.

Однако особое внимание стоит уделить насосу M7, который был задействован в процессе создания эмульсии путем смешивания воды и масла. Благодаря его функциональности и точному контролю над процессом смешивания, получилось успешно создать требуемую эмульсию, которая будет использоваться в дальнейших испытаниях и исследованиях.

Важно отметить, что проведение таких физических проверок и экспериментов позволило нам не только оценить работу стенда, но и получить

ценные данные о его производительности и эффективности. Эти результаты будут использованы в дальнейшем развитии проекта и оптимизации его работы.

4.6 Вывод к главе

В результате проведенных работ был осуществлен монтаж лабораторного исследовательского стенда для исследования физических свойств нефтяных эмульсий. Было проведено подключение стенда к источнику питания и заземление, а также подключение насосов и клапанов к источнику питания. Включение стенда было произведено после проверки правильности подключения всех элементов с помощью мультиметра. Далее была выполнена конфигурация контроллера ОВЕН ПЛК-200 и модуля МУ210-402 через приложение PLC Configuration, что позволило управлять работой стенда и получать данные о параметрах процесса. После успешной конфигурации была проведена физическая проверка работоспособности стенда, которая показала соответствие его характеристик и требований, выдвинутых в рамках проекта.

5. Разработка алгоритмов работы станда

Разрабатываемый стенд должен обеспечивать работу в трех режимах:

- режим технологического прогона;
- статический режим работы;
- динамический режим работы.

Алгоритмы работы были написаны в программе Codesys V3.5 SP16. Код алгоритмов работы, а также блок-схемы представлены в приложениях. Перед разработкой самих алгоритмов, были разработаны общие концепции для каждого из них. Это было сделано для того, чтобы код не дублировался, производительность была выше, а также обслуживание кода было менее затруднительным.

Сначала были разработаны условия для включения нужных моторов и открытия нужных клапанов для переливания жидкости из одного бака в другой. Руководствуясь функциональной схемой, для переливания жидкости из контейнера E1 в контейнер E4, необходимо включить первый мотор и включить первый клапан (рисунок 19). Для этого были созданы отдельные программы – условия, для переливания жидкости из одного контейнера в другой (рисунок 20). Также листинг с примерами реализации переливания представлен в листингах 1,2.

```
1 PROGRAM E1_TO_E4
2 VAR
3 END_VAR
4 VAR_INPUT
5     Flag:    BOOL;
6 END_VAR
7
8 IF Flag THEN
9     VALVE1_DO := TRUE;
10    Motor1_DO := TRUE;
11 ELSE
12     VALVE1_DO := FALSE;
13    Motor1_DO := FALSE;
14 END_IF
```

Рисунок 19 – Включение первого насоса и открытие первого клапана

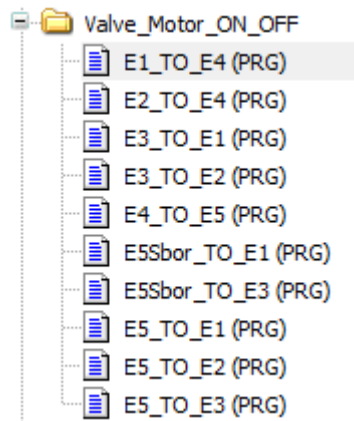


Рисунок 20 – Программы для переливания жидкости

Листинг 1 – Реализация включения нужных насосов и клапанов для перелива из E1 в E4.

1.	PROGRAM E1_TO_E4
2.	VAR
3.	END_VAR
4.	VAR_INPUT
5.	Flag: BOOL;
6.	END_VAR
7.	IF Flag THEN
8.	VALVE1_DO := TRUE;
9.	Motor1_DO := TRUE;
10.	ELSE
11.	VALVE1_DO := FALSE;
12.	Motor1_DO := FALSE;
13.	END_IF

Листинг 2 – Реализация включения нужных насосов и клапанов для перелива из E2 в E4.

1.	PROGRAM E2_TO_E4
2.	VAR
3.	END_VAR
4.	VAR_INPUT
5.	Flag: BOOL;
6.	END_VAR
7.	IF Flag THEN
8.	VALVE2_DO := TRUE;
9.	Motor2_DO := TRUE;
10.	ELSE
11.	VALVE2_DO := FALSE;
12.	Motor2_DO := FALSE;
13.	END_IF

Затем была разработана функция для “виртуального” создания эмульсии (Листинг 3), а также программа для разрушения эмульсии в контейнере E5 (Листинг 4).

Листинг 3 – Реализация алгоритма создания “виртуальной” эмульсии

1.	FUNCTION Create_Emulsion_IN_E4 : Temp_Variables
2.	GVL.Temp_Emulsion_E4 := GVL.Temp_OIL_E4 + GVL.Temp_Water_E4 + GVL.Temp_Emulsion_E4;
3.	GVL.Temp_OIL_E4 := 0;
4.	GVL.Temp_Water_E4 := 0;

Листинг 4 – Реализация алгоритма разрушения “виртуальной” эмульсии

1.	PROGRAM Destruction_Emulsion_IN_E5
2.	VAR
3.	Timers: Timers_Static_Mode;
4.	Part_Time: TIME;
5.	Timer: TON;
6.	Part_Emulsion: REAL;
7.	Flag: BOOL;
8.	Percent_Oil: REAL;
9.	Percent_Water: REAL;
10.	END_VAR
11.	VAR_INPUT
12.	Flag_Part: BOOL;
13.	Time_Separation: TIME;
14.	Flag_Work: BOOL;
15.	Emulsion: REAL;
16.	Volume_Water: REAL;
17.	Volume_Oil: REAL;
18.	Work: BPPL;
19.	END_VAR
20.	IF Work THEN
21.	IF Flag = FALSE AND Flag_Part THEN
22.	Part_Time := Time_Separation / 10;
23.	Part_Emulsion := Emulsion / 10;
24.	Percent_Oil := Volume_Oil / (Volume_Oil + Volume_Water);
25.	Percent_Water := Volume_Water / (Volume_Oil + Volume_Water);
26.	END_IF
27.	Flag := TRUE;
28.	Flag_Part := FALSE;
29.	Timer(IN := TRUE, PT := Part_Time);
30.	IF Timer.Q OR GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 THEN
31.	Timer(IN := FALSE);
32.	IF GVL.Temp_Emulsion_E5 > Part_Emulsion THEN
33.	GVL.Temp_OIL_E5 := GVL.Temp_OIL_E5 + (Part_Emulsion * Percent_Oil);
34.	GVL.Temp_Water_E5 := GVL.Temp_Water_E5 + (Part_Emulsion * Percent_Water);

Продолжение листинга 4

```
35. GVL.Temp_Emulsion_E5 := GVL.Temp_Emulsion_E5 - Part_Emulsion;
36. END_IF
37. END_IF
38. IF GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 THEN
39. GVL.Temp_Emulsion_E5:= INT_TO_REAL(GVL.Temp_Emulsion_E5);
40. GVL.Temp_Water_E5 := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(GVL.Temp_Water_E5));
41. GVL.Temp_Oil_E5 := INT_TO_REAL(REAL_TO_INT(GVL.Temp_Oil_E5));
42. GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 := FALSE;
43. Flag := FALSE;
44. Flag_Work := FALSE;
45. END_IF
46. END_IF
```

Также были разработаны дополнительно четыре общие программы (рисунок 21) для алгоритмов:

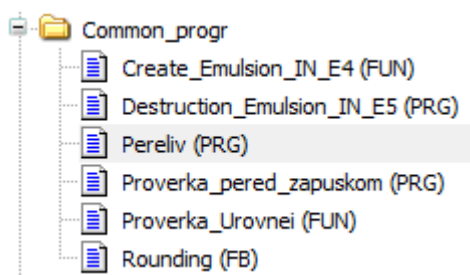


Рисунок 21 – Общие программы для всех алгоритмов работы

- Pereliv – программа позволяет переливать жидкость из одного контейнера в другой;
- Proverka_pered_zapuskom – программа, которая проверяет наличие оставшейся жидкости в контейнерах. При наличии жидкости переливает всю воду в контейнер E1, нефть в контейнер E2, а эмульсию в контейнер E3;
- Rounding – Функциональный блок, созданный для округления полученных значений.

5.1. Описание режима работы “Технологический прогон”

Блок-схема алгоритма, а также код алгоритма приведены в приложении В и Г соответственно.

Для запуска работы стенда в режиме технологический прогон производится проверка наличия жидкости в отстойнике E3. Если в отстойнике есть жидкость и граница раздела фаз отсутствует, то отделенная вода и нефть перекачиваются в емкости E2 и E1 соответственно с помощью насоса M6 и

открытия соответствующих клапанов Q10, Q11 и Q9, Q10. Если граница раздела фаз уже образовалась, то этот шаг пропускается, так как эмульсия еще не полностью разделена. Затем производится проверка уровня жидкости в смесителе E4. Если жидкость обнаружена, то она перекачивается в сепаратор E5 при помощи насоса M3 и открытия клапана Q3. Далее производится проверка уровня жидкости в сепараторе E5. Если жидкость обнаружена, то производится проверка границы раздела фаз. Если граница раздела фаз уже образовалась, то жидкость перекачивается в E3 и работа стенда завершается, так как для технологического прогона необходимо использовать 20 литров эмульсии. В противном случае, отделенная вода и нефть перекачиваются в емкости E2 и E1 при помощи насоса M6 и открытия соответствующих клапанов Q10, Q11 и Q9, Q10.

После проверки наличия жидкости в отстойнике E3, производится повторная проверка наличия жидкости в этой емкости. Если жидкость присутствует, работа завершается, и возобновление технологического процесса станет возможным после отстаивания и перекачки отделенной воды и нефти из E3 в емкости E1 и E2.

Отсутствие жидкости в E3 свидетельствует о том, что емкости E1 и E2 уже заполнены, и что в других емкостях стенда жидкость отсутствует. Эта проверка необходима, чтобы предотвратить аварийное завершение работы стенда из-за отключения электроэнергии или других сбоев в его работе.

После подготовки стенда к работе, производится заполнение смесителя E4 нефтью из емкости E1 (включается насос M1 и открываются клапаны Q1) и водой (включается насос M2 и открываются клапаны Q2). Затем включается насос M7 для создания эмульсии. После этого, эмульсия перекачивается из смесителя E4 в сепаратор E5 (включается насос M3 и открывается клапан Q3). Эмульсия заполняет основную камеру сепаратора и камеру сбора нефти.

Затем производится перекачивание 5 литров эмульсии из основной камеры сепаратора в емкости E1 и E2 (включение насоса M4 и открытие соответствующих клапанов). Оставшаяся эмульсия перекачивается в емкость

Е3 (включение насоса М4 и открытие клапанов по очереди). Затем эмульсия из емкости для нефти перекачивается в отстойник Е3 (включение насоса М6 и открытие соответствующих клапанов), а затем эмульсия из емкости для воды перекачивается в тот же отстойник (включение насоса М6 и открытие соответствующих клапанов).

5.1.1. Разработка алгоритма работы “Технологический прогон”

Для разработки алгоритма технологического прогона были созданы следующие переменные:

- Общие переменные с названием Temp_ (рисунок 22) - необходимые для подсчета значений конкретной жидкости в конкретном контейнере;
- Структура Timers (рисунок 23) – структура со значениями таймеров для технологического прогона.

```

VAR_GLOBAL
TEMP_Uroven_E1: REAL; //Уровнемер в 1 резервуаре
TEMP_Uroven_E2: REAL; //Уровнемер в 2 резервуаре
TEMP_Uroven_E3: REAL; //Уровнемер в 3 резервуаре
TEMP_Uroven_E4: REAL; //Уровнемер в 4 резервуаре
TEMP_Uroven_E5: REAL; //Уровнемер в 5 резервуаре
TEMP_Uroven_E5_SBOR: REAL; //Уровнемер в 5 резервуаре в камере сбора нефти

Temp_Emulsion_E1: REAL; //Временное значение Эмульсии E1
Temp_Emulsion_E2: REAL; //Временное значение Эмульсии E2
Temp_Emulsion_E3: REAL; //Временное значение Эмульсии E3
Temp_Emulsion_E4: REAL; //Временное значение Эмульсии E4
Temp_Emulsion_E5: REAL; //Временное значение Эмульсии E5
Temp_Emulsion_E5_SBOR: REAL; //Временное значение Эмульсии E5 в камере сбора нефти

Temp_Water_E1: REAL := 0; //Временное значение воды E1
Temp_Water_E2: REAL := 10; //Временное значение воды E2
Temp_Water_E3: REAL := 0; //Временное значение воды E3
Temp_Water_E4: REAL := 0; //Временное значение воды E4
Temp_Water_E5: REAL := 0; //Временное значение воды E5
Temp_Water_E5_SBOR: REAL := 0; //Временное значение воды E5 в камере сбора нефти

Temp_OIL_E1: REAL := 10; //Временное значение масла E1
Temp_OIL_E2: REAL := 0; //Временное значение масла E2
Temp_OIL_E3: REAL := 0; //Временное значение масла E3
Temp_OIL_E4: REAL := 0; //Временное значение масла E4
Temp_OIL_E5: REAL := 0; //Временное значение масла E5
Temp_OIL_E5_SBOR: REAL := 0; //Временное значение масла E5 в камере сбора нефти

```

Рисунок 22 – Общие переменные количества жидкости

```

TYPE Timers :
STRUCT
// Для технологического прогона
Timer_Proverka_Water_E3_TO_E2_1: TON; //Таймер - при проверке, для перелива воды из E3 в E2 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Timer_Proverka_OIL_E3_TO_E1_2: TON; //Таймер - при проверке, для перелива масла из E3 в E1 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_Water_E3_TO_E2: TIME := T#5S; //Время При проверке, для перелива воды из E3 в E2 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_OIL_E3_TO_E1: TIME := T#5S; //Время При проверке, для перелива масла из E3 в E1 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Timer_Proverka_ALL_E4_TO_E5_3: TON; //Таймер - при проверке, для перелива жидкости из E4 в E5 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_ALL_E4_TO_E5: TIME := T#5S; //Время - при проверке, для перелива жидкости из E4 в E5 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Timer_Proverka_ALL_E5_TO_E3_4: TON; //Таймер - при проверке, для перелива жидкости из E5 в E3 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_ALL_E5_TO_E3: TIME := T#3S; //Время - при проверке, для перелива жидкости из E4 в E5 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Timer_Proverka_Water_E5_TO_E2_5: TON; //Таймер - при проверке, для перелива воды из E5 в E2 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_Water_E5_TO_E2: TIME := T#3S; //Время При проверке, для перелива воды из E5 в E2 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Timer_Proverka_OIL_E5_TO_E1_6: TON; //Таймер - при проверке, для перелива масла из E5 в E1 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)
Time_Proverka_OIL_E5_TO_E1: TIME := T#3S; //Время При проверке, для перелива масла из E5 в E1 (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГОН)

```

Рисунок 23 – Структура Timers

Таймеры в режиме технологического прогона нужны для отслеживания действий, а также для переливания жидкостей из одного контейнера в другой. Перед запуском алгоритмов работы на физическом стенде были записаны значения времени, в течении которого жидкость переливается из одного контейнера в другой. После чего эти значения были записаны в соответствующие переменные.

Для работы стенда в режиме технологического прогона была создана переменная – Step_Flag_Timers. Эта переменная равна либо 0 либо другой цифре до 14. Она была создана для проверки условий и понимания, какая часть алгоритма сейчас выполняется. Например, если идет заполнение камеры создания эмульсии маслом из E1 в E4, то переменная Step_Flag_Timers – становится равной 7 (рисунок 24), это нужно для того, чтобы не начинались другие условия. Как только жидкость перельется, Step_Flag_Timers – становится равной 0 и может начаться следующее условие.

```

IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 7) AND Flag_Next = FALSE
  E1_TO_E4(Flag := TRUE);
  GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 7;
  Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7(IN := TRUE, PT := Timers.Time_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7);
  IF Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7.Q THEN
    Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7(IN := FALSE);
    E1_TO_E4(Flag := FALSE);
    GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
    GVL.Flag_pereliv_E1_TO_E4 := TRUE;
  END_IF
END_IF
IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 8) AND Flag_Next = FALSE
  E2_TO_E4(Flag := TRUE);
  GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 8;
  Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8(IN := TRUE, PT := Timers.Time_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8);
  IF Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8.Q THEN
    Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8(IN := FALSE);
    E2_TO_E4(Flag := FALSE);
    GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
    GVL.Flag_pereliv_E2_TO_E4 := TRUE;
  END_IF
END_IF

```

Рисунок 24 – Часть алгоритма Технологического прогона

После отработки алгоритма включается переменная Flag_Stop. При значении True у этой переменной все выхода значений клапанов и насосов возвращаются в значение False. Это необходимо для избежания аварий. Для того, чтобы запустить какой-либо алгоритм, необходимо перевести значение этой переменной в значение False.

5.2. Статический режим работы сепаратора

При запуске стенда в статическом режиме производится проверка наличия жидкости в емкостях E3, E4 и E5. Если жидкость обнаруживается, то она перекачивается в емкости E1 и E2. Если в емкостях E4 и E5 есть эмульсия, она перекачивается в емкость E3. Если в емкости E3 остается не разделенная эмульсия, то она оставляется до полного разделения.

Затем в емкость E4 объемом 15 литров наливается нефть (включается насос M1 и открывается клапан Q1), затем вода (включается насос M2 и открывается клапан Q2). В соответствии с настройками, заданными пользователем. Затем включается насос M7 для создания эмульсии.

Готовая эмульсия перекачивается в основную камеру сепаратора E5 (включается насос M3 и открывается клапан Q3). В сепараторе эмульсия ударяется об отбойник, что способствует разделению воды, нефти и воздуха.

Емкость основной камеры сепаратора заполняется до отметки 300 мм (15 л), и жидкость не переливается через заградительную перегородку.

После эксперимента отделенная вода перекачивается из основной камеры в емкость E2 (включается насос M4 и открывается клапан Q6).

Если имеется слой эмульсии (смесь воды и нефти), то он перекачивается в емкость E3 (включается насос M4 и открывается клапан Q7) и оставляется на отстаивание до полного разделения воды и нефти.

Оставшаяся нефть перекачивается в емкость E1 (включается насос M4 и открываются клапаны Q4 и Q5).

5.2.1. Разработка алгоритма работы статического режима

Для разработки алгоритма работы стенда в статическом режиме были созданы следующие переменные:

– Структура `Timers_Static_Mode` (рисунок 25) – структура со значениями таймеров для статического режима работы стенда.

```

1  TYPE Timers_Static_Mode :
2  STRUCT
3      // Для статического режима
4      Timer_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1:      TON;
5      Time_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1:      TIME := T#5S;
6      Timer_StaticMode_Proverka_Emulsion_E5_TO_E3_2:  TON;
7      Time_StaticMode_Proverka_Emulsion_E5_TO_E3_2:  TIME := T#5S;
8      Timer_StaticMode_Proverka_Oil_E5_TO_E1_3:      TON;
9      Time_StaticMode_Proverka_Oil_E5_TO_E1_3:      TIME := T#5S;
10     Timer_StaticMode_Proverka_Water_E5_TO_E2_4:    TON;
11     Time_StaticMode_Proverka_Water_E5_TO_E2_4:    TIME := T#5S;
12     Timer_StaticMode_Proverka_Oil_E3_TO_E1_5:      TON;
13     Time_StaticMode_Proverka_Oil_E3_TO_E1_5:      TIME := T#5S;
14     Timer_StaticMode_Proverka_Water_E3_TO_E2_6:    TON;
15     Time_StaticMode_Proverka_Water_E3_TO_E2_6:    TIME := T#5S;
16
17     Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7:              TON;
18     Time_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7:              TIME := T#5S;
19     Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8:            TON;
20     Time_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8:            TIME := T#5S;
21     Timer_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9:            TON;
22     Time_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9:            TIME := T#5S;
23     Timer_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10:        TON;
24     Time_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10:        TIME := T#5S;
25     Timer_StaticMode_Destruction_Emulsion_IN_E5_11: TON;
26     Time_StaticMode_Destruction_Emulsion_IN_E5_11: TIME := T#15S;
27     Timer_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12:        TON;
28     Time_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12:        TIME := T#5S;
29     Timer_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13:          TON;
30     Time_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13:          TIME := T#5S;
31     Timer_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14:            TON;
32     Time_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14:            TIME := T#5S;
33 END_STRUCT
34 END_TYPE

```

Рисунок 25 - Структура Timers_Static_Mode

Далее была также создана переменная GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode, которая равна либо 0 либо другому значению до 14. Эта переменная необходима для отслеживания шага, на котором сейчас находится алгоритм. Например, если GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 1, значит происходит перелив жидкости из камеры E4 в камеру E5 (рисунок 26).

```

GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 1;
E4_TO_E5(Flag := TRUE);
Timers.Timer_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1(IN := TRUE,
PT := Timers.Time_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1);
IF Timers.Timer_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1.Q THEN
GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
E4_TO_E5(Flag := FALSE);
GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;
Timers.Timer_StaticMode_Proverka_ALL_E4_TO_E5_1(IN := FALSE);
END_IF

```

Рисунок 26 – Режим работы стенда при Step_Flag_Timers_Static_Mode = 1. После завершения работы таймера, переменная возвращается в значение 0. Это нужно для того, чтобы была возможность зайти в следующий шаг работы.

Перед началом работы стенда в статическом режиме, происходит проверка оборудования, которая занимает 7 шагов. За нее отвечает общая программа Proverka_pered_zapuskom, которая была описаны выше. После того, как программа Proverka_pered_zapuskom закончит работу происходит дополнительная проверка уровней в камерах E4 и E5, если значение уровней в этих контейнерах равно нулю, то переменная Proverka_Work принимает значение FALSE, что означает, что проверка закончена и можно начинать работу алгоритма (рисунок 27).

```
86 | IF GVL.TEMP_Uroven_E4 = 0 AND GVL.TEMP_Uroven_E5 = 0 THEN
87 |     Proverka_Work := FALSE;
88 | END_IF
```

Рисунок 27 – Конец работы программы Proverka_pered_zapuskom
Алгоритм работы стенда в статическом режиме работы представлен в приложении Ж.

5.3. Динамический режим

При работе стенда в динамическом режиме процесс подготовки эмульсии, заполнение сепаратора, разделение и удаление продукта происходят одновременно, за исключением переливания отделенной нефти через переливную перегородку в сепараторе и ее перекачки в емкость E1 с помощью насоса M5 и открытия клапана Q5. Для заполнения основной камеры сепаратора эмульсией, ее уровень поднимается до отметки $h1 = 270$ мм. Затем происходит разделение эмульсии на слои нефти и воды, причем слой нефти образуется над слоем эмульсии и переливается через переливную перегородку, а слой воды образуется под слоем эмульсии. При достижении уровня $h2 = 50$ мм, где происходит раздел эмульсии на воду и нефть, вода перекачивается в емкость E2 с помощью насоса M4 и открытия клапана Q6.

Если уровень $h1$ в основной камере сепаратора остается постоянным, то слой нефти накапливается и переливается через перегородку при достижении отметки $h3 = 100$ мм, после чего нефть перекачивается в E1. Работа стенда продолжается до достижения времени работы Траб или перекачивания

заданного объема нефти из сепаратора ($V_H > V_3$). Затем вода перекачивается в E2, эмульсия в E3, а нефть в E1. Оставшаяся нефть перекачивается в E1. Завершается работа стенда выводом данных и формированием отчета. При повторном запуске стенда в любом режиме и полном разделении эмульсии, отделенная вода и нефть перекачиваются из E3 в E2 и E1, соответственно, при помощи насосов M6 и открытия клапанов Q9, Q10 и Q11.

5.3.1. Разработка алгоритма работы динамического режима

Динамический режим работы разделен на две части (рисунок 28). Первая часть представляет собой процесс выбора остановки работы стенда, а также процесс переливания жидкости, создания эмульсии и ее разрушения. Вторая часть является финальной частью работы алгоритма, после завершения работы стенда вся жидкость, которая осталась в процессе работы алгоритма переливается по нужным емкостям.

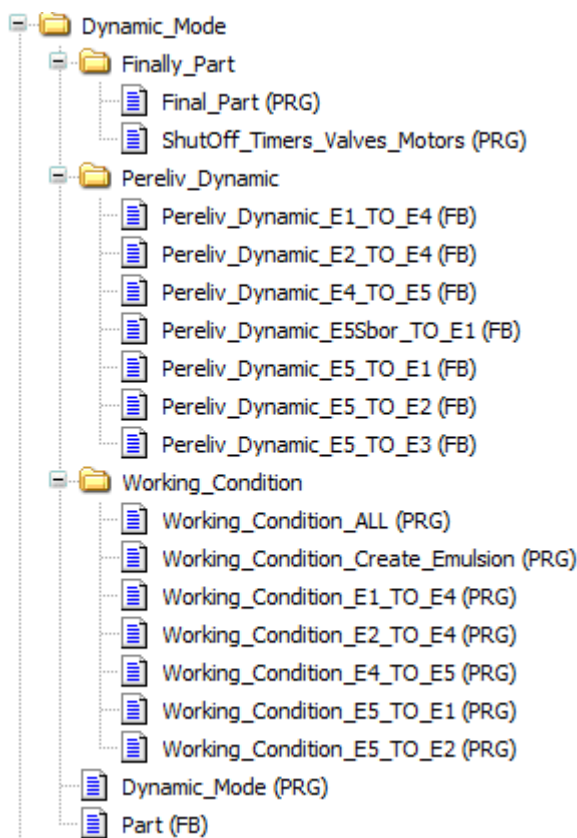


Рисунок 28 – Структура динамического режима работы

Для реализации алгоритма также были разработаны Функциональный блок Part, который отвечает за необходимое количество переливания

жидкости, а также расчет времени для перелива. В папке Working_Condition представлены условия для включения клапанов и насосов. Финальная часть алгоритма представлена в программе Final_Part, также после отработки финальной части запускается программа ShutOff, которая отвечает за выключение всех клапанов, насосов, а также таймеров. Это необходимо для отключения всех используемых компонентов после проведения опыта.

Алгоритм работы стенда в динамическом режиме представлен в приложении 3.

5.4. Разработка мнемосхемы

В ходе выполнения ВКР, была разработана мнемосхема (рисунок 29), которая служила инструментом для визуализации и понимания работы стенда трехфазного подобию сепаратора. Мнемосхема была создана с использованием средств Codesys, что позволило создать эффективный и интуитивно понятный интерфейс.

Мнемосхема представляла собой графическое изображение стенда, где черные клапаны и моторы символизировали их закрытое и выключенное состояние соответственно. Это позволяло оператору наглядно видеть текущее состояние компонентов стенда и контролировать их работу.

Особое внимание в мнемосхеме уделялось процессу перелива жидкости, который был отображен с помощью стрелок, указывающих направление потока по трубам. Это дополнительно помогало оператору оценить текущий уровень и распределение компонентов в сепараторе.

Разработанная мнемосхема не только упрощала визуализацию работы стенда, но и повысит понимание процесса разделения компонентов.

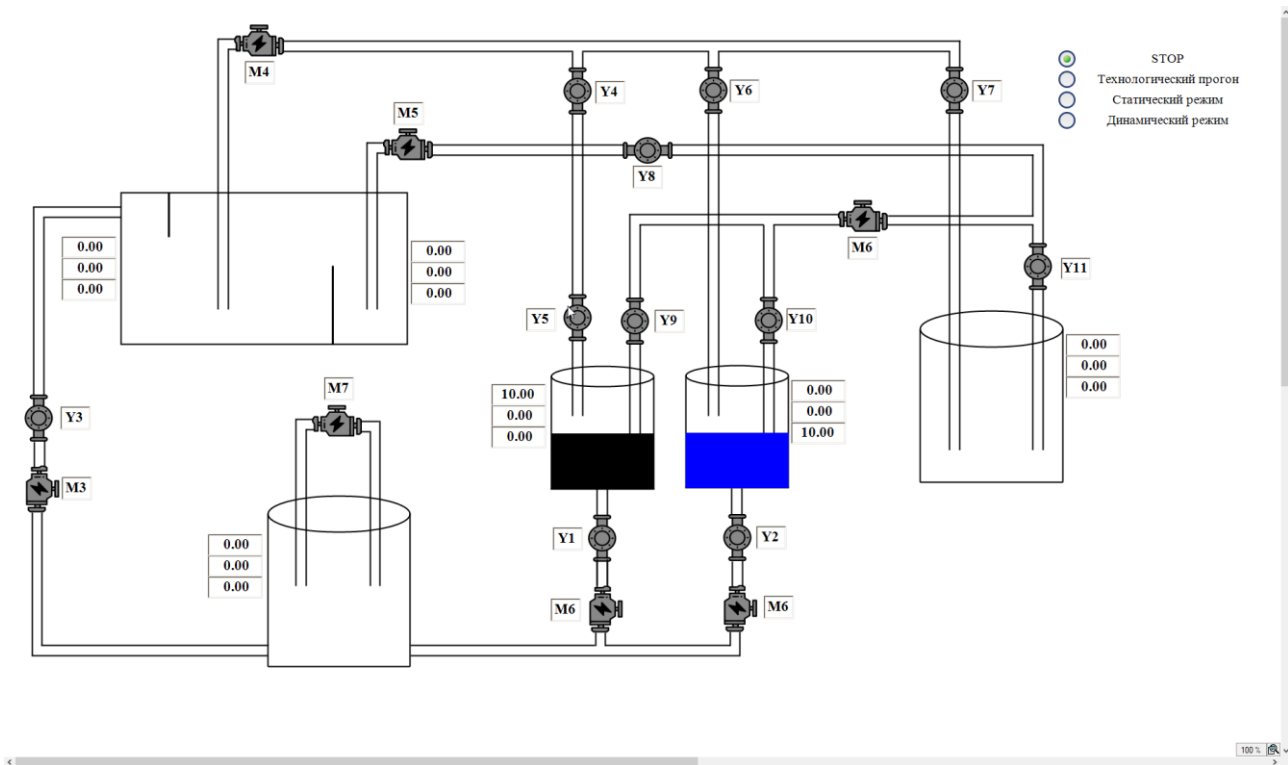


Рисунок 29 – Мнемосхема

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т92	Парипко Виктор Олегович

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. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 22 221 руб. Оклад инженера – 1 326 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы – 16%. Районный коэффициент – 1,3.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости работ для НИИ, разработка графика проведения НИИ, составление бюджета НИИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя ресурсной и финансовой эффективности для всех видов исполнения НИИ.

Перечень графического материала:

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.э.н		27.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Парипко Виктор Олегович		27.02.2023

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлено технико-экономическое обоснование разработки проекта. Целью разработки данного раздела является доказательства конкурентоспособности и ресурсоэффективности проектирования и реализации стенда физического подобию «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости», предназначенного для углубленного изучения процесса создания и разрушения водотопливной эмульсии, а также выявления способов интенсификации данных процессов.

6.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования могут быть научно-исследовательские и образовательные учреждения, в которых происходит исследования в области нефтяной промышленности, а также организации, осуществляющие разработку и эксплуатацию оборудования для подготовки нефти.

Для анализа потребителей необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование рынка производится по двум основным критериям: направлению деятельности и размерам организаций.

Карта сегментирования приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка

		Вид услуги по автоматизации ТП			
		Разработка АСУ ТП	Инжиниринговые работы	Строительно-монтажные работы	Пуско-наладочные работы
Размер компании	Крупные	1, 2	1	1,1	1, 2
	Средние	1, 2, 3	1,2	1	3
	Мелкие	3	1,3	1,1	2, 3

Таким образом, на основе анализа карты сегментирования, можно сделать вывод, что для реализации разработки подходят образовательные учреждения, а также крупные организации, проводящие научные исследования и проектирование оборудования в сфере подготовки нефти, так как стенд необходим для исследований, которые подразумевают в дальнейшем обширную модернизацию оборудования и внедрение новых технологий.

6.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный конкурентный анализ разработок, существующих на рынке, проводится систематически в связи с тем, что рынки находятся в постоянном движении. Анализ конкурентных технических решений позволяет сравнить разрабатываемую систему с аналогами и внести в нее правки в соответствии с сильными и слабыми сторонами разработок конкурентов с целью ее будущего повышения.

Проведем данный анализ с помощью оценочной карты, которая представлена в таблице 4. В качестве конкурентных технологических решений выбраны АСУ от компаний «Учтех-Профи» и «ProgramLab». Каждая позиция разработки и конкурентов оценивается по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i + B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Оценка конкурентоспособности технических решений представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк2	Кк2
Технические критерии оценки							
Удобство в эксплуатации	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
Безопасность	0,06	4	4	5	0,24	0,24	0,3
Улучшение производительности	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Надежность	0,04	4	5	5	0,16	0,2	0,2
Энерго экономичность	0,02	4	4	4	0,08	0,08	0,08
Уровень автоматизации	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Качество интеллектуального интерфейса	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
Возможность подключения системы к ПК	0,12	5	5	5	0,6	0,6	0,6
Конкурентоспособность	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Цена	0,12	5	4	5	0,6	0,48	0,6
Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Уровень проникновения на рынок	0,06	2	4	4	0,12	0,24	0,24
Срок выхода на рынок	0,04	3	5	4	0,12	0,2	0,16
Послепродажное обслуживание	0,06	4	4	4	0,24	0,24	0,24
Итого	1	61	59	58	4,52	4,3	4,24

Из полученных расчетов можно сделать вывод, что разработанный стенд не уступает конкурентам в технических критериях – превосходит в улучшении производительности и уровне автоматизации, а также составляет конкуренцию в экономических критериях, а именно в цене, но проигрывает в уровне проникновения и сроках выхода на рынок, однако техническое превосходство разработанного стенда позволит ускорить его внедрение на рынок.

6.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ подразумевает выделение четырех аспектов, а именно Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Таким образом SWOT – это комплексный анализ всего научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ представлен в таблице 5.

Таблица 5 – SWOT-анализ внешней и внутренней среды производства

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Автоматизированный режим работы.</p> <p>С2. Наличие разных режимов работы.</p> <p>С3. Актуальность разработки.</p> <p>С4. Углубленное исследование технологического процесса.</p> <p>С5. Возможность использования стенда в учебных целях</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Медленный вывод на рынок разработанного стенда.</p> <p>Сл2. Большие габариты установки.</p> <p>Сл3. Наличие в составе системы компонентов импортного производства.</p> <p>Сл4. Возможность утечки нефтесодержащих жидкостей.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Исследование разных методов интенсификации разрушения эмульсии.</p> <p>В2. Разработка автоматического режима работы.</p> <p>В3. Модернизация промышленных нефтегазовых сепараторов по результатам исследований на стенде.</p> <p>В4. Использование результатов экспериментов для других проектов.</p> <p>В4. Публикация статей.</p> <p>В5. Договоры с различными фондами поддержки проектов НИ ОКР.</p>	<p>Благодаря актуальности разработки и выявлении уникальных данных, основанных на углубленном изучении процесса, проект может представлять интерес для крупных компаний нефтеперерабатывающей промышленности.</p> <p>Изучение технологического процесса даст возможность использования полученной информации для написания статей и привлечения интереса фондов поддержки проектов.</p>	<p>Большие габариты стенда и возможность утечки нефтесодержащих жидкостей могут создать трудности в процессе исследований, а также стать причиной отказа спонсирования разработки.</p> <p>Использование импортного оборудования может стать проблемой для внедрения разработки в отечественную промышленность.</p>

Продолжение таблицы 5 – SWOT-анализ внешней и внутренней среды производства

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на стенд.</p> <p>У2. Развивающаяся конкуренция на рынке.</p> <p>У3. Малый объем рынка сбыта.</p> <p>У4. Введение санкций на оборудование, используемое в стенде.</p>	<p>Актуальность разработки и отсутствие труднодоступного оборудования устранит отсутствие спроса на проект.</p> <p>Полученные из исследований технологического процесса данные позволят усовершенствовать стенд и выделить проект среди конкурентов, а также увеличить объем рынка сбыта.</p> <p>Использование стенда в учебных целях может увеличить рынок сбыта.</p>	<p>Отсутствие прототипа и медленный вывод на рынок разработанного стенда могут поспособствовать значительному отставанию от конкурентов.</p> <p>Конструктивные и технические недостатки могут быть весомой причиной отсутствия спроса на стенд.</p>
--	--	---

Разработанный SWOT-анализ позволил дать оценку внутренней и внешней среды проекта, выявить сильные и слабые стороны, а также определить дальнейшие пути развития. На его основе можно сделать следующие выводы:

- для уменьшения влияния СлЗ, стремиться к замене импортных элементов системы на отечественные;
- совершенствовать степень безопасности стенда и разработать систему аварийной защиты;
- развивающаяся конкуренция на рынке, что требует постоянного совершенствования и уникальных преимуществ;
- малый объем рынка сбыта, что может ограничить коммерческие возможности и доходность проекта;
- использование результатов экспериментов для других проектов.

6.4 Планирование научно-исследовательских работ

6.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель (Р) и инженер (И). Проектная работа делиться на этапы, каждый из которых имеет своё содержание и исполнителей. Этапы реализации проекта

представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Этапы реализации проекта

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Выбор направления исследования	1	Выбор направления научного исследования	Р, И
	2	Постановка основных целей и задач	Р
Разработка технического анализа	3	Составление и утверждение технического задания	Р, И
Анализ предметной области	4	Обзор научно-технической литературы	И
	5	Календарное планирование работ	Р, И
Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Теоретическое и экспериментальное исследование	6	Описание технологического процесса	И
	7	Разработка функциональной схемы автоматизации	И
	8	Разработка структурной схемы автоматизации	И
	9	Подбор оборудования	И
	10	Разработка алгоритмов работы	И
	11	Проведение теоретических вычислений	И
	12	Построение математической модели работы стана	И
Дополнительные разделы	13	Написание раздела «финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	И
	14	Написание раздела «Социальная ответственность»	И
Проверка результатов	15	Проверка работы руководителем	Р
Оформление отчета	16	Составление пояснительной записки	И
	17	Подготовка презентации дипломного проекта	И

По итогам определения структуры работ в рамках реализации проекта, было определено 7 основных этапов, состоящих из 17 работ, при этом исполнителем большей части работ является инженер.

6.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Как правило, затраты на оплату труда составляют большую часть стоимости разработки, поэтому неотъемлемым действием определения ресурсоэффективности является определение трудоемкости работ участников проектирования.

Среднее значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитывается по следующей формуле [17]:

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

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

t_{mini} – минимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.;

t_{maxi} – максимальная трудоемкость i -ой работы, чел/дн.

С помощью рассчитанной ожидаемой трудоемкости работ можно вычислить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} с учетом параллельности выполнения работ несколькими исполнителями.

Продолжительность одной работы рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (3)$$

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

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

$ч_i$ – количество исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней требуется перевести в календарные дни, по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы, календ. дн.;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

Таким образом, коэффициент календарности равен:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 15} = 1,22.$$

Расчеты по трудоемкости выполнения работ представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	T_{min} , чел-дни		T_{max} , чел-дни		$T_{ож}$, чел-дни					
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель
1	2	2	5	5	3,2	3,2	1,6	1,6	2,4	2,4
2	0	2	0	5	0	3,2	0	3,2	0,0	4,7
3	5	1	10	3	7	1,8	3,5	0,9	5,2	1,3
4	14	0	30	0	20,4	0	20,4	0	30,2	0,0
5	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1,3	1,3
6	2	0	5	0	3,2	0	3,2	0	4,7	0,0
7	1	0	5	0	2,6	0	2,6	0	3,8	0,0

Продолжение таблицы 7 – Временные показатели проведения научного исследования

8	1	0	5	0	2,6	0	2,6	0	3,8	0,0
9	7	0	14	0	9,8	0	9,8	0	14,5	0,0
10	3	0	7	0	4,6	0	4,6	0	6,8	0,0
11	1	0	5	0	2,6	0	2,6	0	3,8	0,0
12	7	0	14	0	9,8	0	9,8	0	14,5	0,0
13	3	0	7	0	4,6	0	4,6	0	6,8	0,0
14	2	0	5	0	3,2	0	3,2	0	4,7	0,0
15	0	8	0	15	0	10,8	0	10,8	0,0	16
16	1	0	3	0	1,8	0	1,8	0	2,7	0,0
17	1	0	3	0	1,8	0	1,8	0	2,7	0,0
Итого	51	16	121	36	79	24	73	18	108	26

Таким образом, разработка стенда физического подобия «Трехфазный сепаратор скважинной жидкости» займет 102 рабочих дня инженера и 31 рабочий день руководителя.

По полученным данным была построена диаграмма Ганта, представленная на рисунке 30.



Рисунок 30 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы Ганта видно, что значительный промежуток времени выделен на обзор научно-технической литературы. Это необходимо, так как цель проектируемого стенда связана с научно-исследовательской деятельностью, что уже на этапе его создания вносит необходимость детального изучения вариантов реализации процессов, являющихся объектом исследования.

6.5 Бюджет научно-технического исследования

6.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты рассчитываются по следующей формуле:

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

где Z_m – материальные затраты, руб.;

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

Для разработки проекта необходим ПК, а также программное обеспечение. ТПУ предоставляет бесплатный доступ к разному виду ПО, в том числе необходимыми для разработки стенда программам. Материальные ресурсы, необходимые для реализации проекта представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Материальные затраты для реализации проекта

Наименование	Количество, шт.	Цена за ед., руб.	Цена (всего), руб.
Офисная бумага, 500 листов	1	300	300
Тетрадь общая, 48 л.	2	40	80
Ручка шариковая	3	35	75
Ноутбук ASUS Laptop D509BA-BR073T	1	25 000	25 000
Итого			25 455
Итого с учетом ТЗР (10%)			28 000

Для реализации проектируемого стенда необходимы следующие материальные ресурсы: оборудование для сборки стенда (датчики и исполнительные механизмы), расходные материалы (канцелярия, провода изоляция и т.д.). Материальные ресурсы, необходимые для реализации стенда представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Материальные затраты для создания стенда

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Цена (всего), руб.
Датчик уровня Овен ПДУ 1.3	Шт.	2	3 720	7 440
Датчик уровня Овен ПДУ 2.1	Шт.	5	1 740	8 700
Датчик температуры Метран 274	Шт.	2	7 575	15 150
Датчик давления Корунд- ДИ-001М	Шт.	2	3 500	7 000
Датчик плотности ДП.7	Шт.	1	25 860	25 860
Компрессор КРАТОН АС- 140-8-OFS	Шт.	1	6 969	6 969
Мешалка OS20-Pro	Шт.	1	37 542	37 542

Продолжение таблицы 9 – Материальные затраты для создания стенда

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Цена (всего), руб.
Нагреватель ТЭН Polaris 01-09-01-5500	Шт.	1	818	818
Насос Singflo FP-12	Шт.	6	8 990	53 940
Клапан СК-12-15 ВД	Шт.	12	2 015	24 180
Контроллер Овен ПЛК-160	Шт.	1	33 480	33 480
Модуль ввода-вывода MB210	Шт.	1	8 910	8 910
Модуль ввода-вывода МК210	Шт.	1	7 860	7 860
Генератор Atten ATF20B	Шт.	1	20 305	20 305
Прочие расходные материалы (провода, изоляция и т.д.)	Комплект	5	150	750
Итого, руб.				259 003

Материальные затраты необходимые для проектирования стенда составили 28 000 рублей, а для реализации – 259 003 рубля. Таким образом, материальные затраты на проектирование и реализацию стенда физического подобия «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости» составят 287 003 рубля.

6.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Помимо материальных затрат, необходимо рассчитать включающую премию и доплаты заработную плату работников, которые непосредственно заняты выполнением НИИ, а также дополнительную заработную плату.

Заработная плата работников складывается из основной и дополнительной:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

При этом основная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ равняется произведению среднедневной платы работника и количества рабочих дней:

$$Z_{дн} = Z_{осн} \cdot T_{раб} \quad (8)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Показатели рабочего времени для инженера и руководителя представлены в таблице 10. Месячный должностной оклад работника рассчитывается согласно следующей формуле:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_r, \quad (10)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равный примерно 0,2 – 0,5;

k_r – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих (выходных и праздничных) дней	119	119
Потери рабочего времени – отпуск – невыходы по болезни	48	72
Количество месяцев без отпуска	10,4	9,6
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Таким образом, действительный годовой фонд рабочего времени составляет 199 и 175 дней для руководителя и инженера соответственно. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дни	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	22 221	0,3	0,2	1,3	33 332	1 742	15	26 130
Инженер	1 326	0,3	0,2	1,3	2585,7	141,8	73	10 351,4

По результатам расчётов можно заключить, что основная заработная плата за реализацию проекта составит 9 784,2 рубля для инженера и 26 130 для руководителя.

6.5.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп} \quad (11)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем $k_{доп}$ равным 0,12, тогда дополнительная плата руководителя и инженера будет рассчитываться

следующим образом:

$$Z_{\text{допР}} = 26\,130 \cdot 0,12 = 3\,135,6; \quad (12)$$

$$Z_{\text{допС}} = 10\,351,4 \cdot 0,12 = 1\,242,2. \quad (13)$$

В итоге, с учетом основной и дополнительной, заработная плата для руководителя будет составлять 29 265,6 рублей, а для инженера – 11 593,6 рублей.

6.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Нормами законодательства Российской Федерации установлены обязательные отчисления от затрат на оплату труда работникам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС), величина которых рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{зп}} \quad (14)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Размер страховых взносов равен 30% от заработной платы. Сюда включены взносы на пенсионное страхование – 22%, на медицинское страхование – 5,1%, а также на соцстрахование – 2,9% [19]. Отчисления во внебюджетные фонды представлены ниже в таблице 10.

Таблица 10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, %	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Руководитель	29 265,6	30	8777
Инженер	11 593,6	30	3 478

В итоге, сумма отчислений во внебюджетные фонды для двух работников составила 12 255.

6.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя затраты на управление, хозяйственное обслуживание, эксплуатацию и ремонт оборудования:

$$C_{\text{н}} = k_{\text{н}} \cdot (Z_{\text{зпР}} + Z_{\text{зпС}}) = 0,2 \cdot (30\,049,5 + 11\,904,1) = 8\,390,7 \quad (15)$$

где C_n – накладные расходы, руб.;

k_n коэффициент накладных расходов;

$Z_{зпс}$ – заработная плата инженера, руб.;

По результатам расчётов можно заключить, что накладные расходы на реализацию проекта составят 8 390,7 рублей.

6.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Затраты проекта формируются на основе рассчитанной величины затрат научно-исследовательской работы. Определение бюджета представлено таблице 11.

Таблица 11. – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	550
Амортизационные расходы	4 037,5
Затраты по заработной плате работников	
- руководитель	29 265,6
- инженер	11 593,6
Отчисления во внебюджетные фонды	
- руководитель	8 777
- инженер	3 478
Накладные расходы	8 390,7
Бюджет затрат НИИ	66 083,4

Согласно расчетам, бюджет затрат научно-исследовательской работы составил 66 083,4 рублей. Основной статьей расходов является заработная плата работников – 62 %, на втором месте отчисления во внебюджетные фонды

– 18,5 %, после – накладные расходы – 12,6%, затем амортизационные отчисления – 6,1 % и на последнем месте материальные затраты – 0,8%.

6.6 Потенциальные потребители результатов исследования

Определение эффективности исследования основано на расчете интегрального показателя эффективности, который рассчитывается согласно

следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

где $I_{\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

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

На рынке существуют следующие аналоги разрабатываемого стенда: аналог 1 – лабораторная установка «Установка сепарации нефти от газа и воды» компании «ProgramLab» стоимостью 355 880 рублей, аналог 2 – стенд учебный «Сепарация нефти» компании «Учтех-Профи» стоимостью 747 740 рублей. Реализация разрабатываемого стенда составит 353 787 рублей.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Расчет интегрального финансового показателя

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	I
Инженер и руководитель	353 787 руб.	370 000 руб.	0,62
ProgramLab	355 880 руб.		0,81
Учтех-Профи	747 740 руб.		1

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная оценка характеристик

Критерий	Весовой коэффициент	Балл			Интегральный финансовый показатель		
		П	A1	A2	П	A1	A2
Функционал	0,2	5	1	3	1	0,2	0,6
Энергоэффективность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Простота эксплуатации	0,09	5	3	4	0,45	0,27	0,36
Помехоустойчивость	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Надежность	0,15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
Энергосбережение	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
Безопасность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
Ремонтопригодность	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
Потребление ресурсов	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
Итого					4,43	3,68	4,17

Согласно полученным результатам расчетов, разрабатываемый проект является более ресурсоэффективным, чем имеющиеся на рынке аналоги.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле :

$$I_{\text{исп } i} = \frac{I_{\text{р-исп } i}}{I_{\text{финр}}}, \quad (15)$$

Сравнительная эффективность вариантов исполнения рассчитывается по формуле, представленной ниже:

$$\mathcal{E}_{\text{ср } i} = \frac{I_{\text{исп } i}}{I_{\text{р}}}, \quad (16)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{разраб.}}$ – интегральный показатель эффективности разработки;

$I_{\text{ан.}i}$ – интегральный показатель эффективности аналога.

Расчет сравнительной эффективности разработки представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Разрабатываемый проект	Аналог 1	Аналог 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,473	0,476	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,43	3,68	4,17
Интегральный показатель эффективности	9,36	7,73	4,17
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,21	2,24

Таким образом, основываясь на расчете интегральных показателей финансов, ресурсоэффективности и эффективности, можно сделать вывод, что разрабатываемый стенд физического подобия «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости» превосходит своих конкурентов. Это обусловлено тем, что несмотря на самую низкую стоимость, разработанный проект обладает самым большим функционалом и техническими возможностями.

6.7 Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В ходе разработки данного раздела были выявлены потенциальные потребители проектируемого стенда физического подобия «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости». Разработанный стенд может быть применен на крупных научно-исследовательских и проектных организациях, специализирующихся на подготовке нефти, а также в образовательных учреждениях.

В процессе анализа конкурентных технических решений были определены конкуренты разработки: компании «ProgramLab» и «Учтех- Профи». Разработанная установка значительно превосходит конкурентов по функционалу, однако проигрывает по надежности и энергоэффективности.

В ходе SWOT-анализа были определены основные пути развития, основными из которых являются совершенствование системы безопасности, анализ рынка и импортозамещение.

Помимо этого, были произведены расчеты трудоемкости НИИ: поставленные задачи, необходимые для разработки проекта были соотнесены со сроком их выполнения и исполнителем. Согласно расчетам, для реализации проекта понадобится 73 дня работы инженера (что соответствует 108 календарным дням) и 18 дней работы руководителя (что соответствует 26 календарным дням).

По составленной диаграмме Ганта было выявлено, что наиболее времязатратными работами являются обзор научно-технической литературы и разработка математической модели.

Расчет затрат на разработку стенда показал, что основной статьей расходов является заработная плата работников – 40 850 рублей (62%), на втором месте отчисления во внебюджетные фонды – 12 255 рублей (18,5%), после накладные расходы – 8 390,7 рублей (12,6%), затем амортизационные отчисления – 4 037 рублей (6,1%) и на последнем месте материальные затраты

– 550 рублей (0,8%). В итоге, бюджет затрат научно-исследовательской работы составил 66 083,4 рублей.

В ходе анализа ресурсной, финансовой и экономической эффективности согласно расчетам интегральных показателей ресурсоэффективности, эффективности и финансов было доказано превосходство разрабатываемого стенда над конкурентами. Сравнительная эффективность разработки относительно аналогичных установок компаний «ProgramLab» и «Учтех-Профи» составила 1,21 и 2,24 соответственно.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т92		Парипко Виктор Олегович	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Разработка алгоритмов управления установки физического подобия «Трехфазный сепаратор» на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК 200

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> автоматизированный лабораторный стенд физического подобия трехфазного сепаратора. <i>Область применения:</i> нефтяная промышленность. <i>Рабочая зона:</i> лабораторные и учебные помещения за ПК. <i>Размеры помещения:</i> 30 м² <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> насосы ФР -12, сепаратор, клапаны СК-12-15ВД, ОВЕН ПЛК 200, программную часть, которая включает в себя алгоритмы работы сепаратора, источники питания. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> создание и разрушение водонефтяных эмульсий с использованием контроллеров, исполнительных механизмов, а также алгоритмов управления.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 11.01.2023) 2. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. 3. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. 2. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов. <p>Вредные производственные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень общей вибрации. 2. Повышенный уровень шума. 3. Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50-60 Гц). 4. Отклонение показателей микроклимата. 5. Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения.

	<p>6. Длительное сосредоточенное наблюдение.</p> <p>7. Монотонность труда, вызывающая монотонию;</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: виброизолирующие рукавицы, перчатки, виброизолирующая обувь, беруши, наушники.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p>Воздействие на селитебную зону: не происходит.</p> <p>Воздействие на литосферу: утилизация нефти и воды, а также получение бытовых отходов.</p> <p>Воздействие на гидросферу: не происходит</p> <p>Воздействие на атмосферу: выброс летучих углеводородов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.). Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.). Техногенные аварии (отказ систем безопасности; взрыв, пожар, утечка нефти, нарушение контроля и управления технологическим процессом). Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		18.02.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т92	Парипко Виктор Олегович		18.02.2023

7. Социальная ответственность

В контексте создания и эксплуатации объектов нефтегазовой промышленности, безопасность играет ключевую роль. Необходимо учитывать возможные технологические опасности и факторы, влияющие на здоровье человека во время работы с оборудованием. В данном случае, стенд предназначен для исследования создания и разрушения водотопливной эмульсии, а также определения способов интенсификации процессов. Это позволит улучшить информационную базу для дальнейших исследований, а также экономить средства на этапе подготовки нефти.

Пользователями данной системы могут быть научно-исследовательские институты и образовательные учреждения, которые занимаются исследованиями в области подготовки нефти. Оператор, который будет управлять стендом, должен следить за показателями и контролировать процесс работы.

В качестве рабочего места диспетчера выступает аудитория со стендом трехфазного сепаратора, которая включает в себя.

1. Помещение – аудитория, в которой находится стенд, а также пункт управления автоматизированной системой.
2. Оборудование стенда, которое включает в себя:
 - насосы FP -12, сепаратор
 - клапаны СК-12-15ВД
 - ОВЕН ПЛК 200
 - Компьютер, предназначенный для управления процессом
 - Источники питания

Важно обратить внимание на выявление и предотвращение наиболее характерных опасных и вредных факторов для проектируемого стенда. Также необходимо учитывать правовые вопросы, связанные с регулированием трудовых отношений.

В данном разделе будут рассмотрены выявление и предупреждение наиболее характерных для проектируемого стенда опасных и вредных факторов, а также правовые вопросы регулирования трудовых отношений.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Разработка проектируемого стенда включает в себя использование контрольно-измерительных приборов, мешалки с верхним приводом, клапанной арматуры, насосов, то есть технологического оборудования, которое, согласно статье 215 ТК РФ, должно соответствовать нормативным требованиям охраны труда. Это требование должно быть реализовано еще на стадии разработки проектной документации на эти объекты и затем — на стадии строительства, изготовления, модернизации [1]. Рабочее место оператора стенда «Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости» представляет собой трудовую зону, оснащенную техническими средствами, необходимыми для осуществления функций контроля и управления системой и объектом. Вопросы, связанные с обеспечением безопасности при разработке проекта стенда, включают в себя использование технологического оборудования, которое должно соответствовать нормативным требованиям охраны труда.

- Планируя рабочее место, необходимо учитывать рекомендованный проход справа и спереди от стола 500 мм, допустимый проход слева - 300 мм.

- При работе на ПЭВМ, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать рабочие места друг от друга перегородками высотой (1,5-2,0) м.

- Экран видеомонитора должен находиться на расстоянии (600-700) мм от глаз пользователя с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

- Конструкция рабочего стола и кресла должна соответствовать требованиям эргономики, а тип кресла следует выбирать с учетом роста пользователя и характера работы с ПЭВМ.

- Кресло не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего места, и рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм. [2]

7.2 Производственная безопасность

Для анализа возможных вредных и опасных факторов на рабочем месте оператора необходимо обратиться к ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Это помещение содержит автоматизированный стенд, имитирующий работу трехфазного сепаратора, а также ПК для управления им. В процессе работы оператор контролирует основные параметры, такие как температуру, давление и уровень, а также отвечает на выводимые сообщения. В системе, управляющей процессом подготовки эмульсии и сепарации, используются различные компоненты, включая насосы, клапаны, мешалки, генераторы, датчики контроля и ПК. В таблице 15 перечислены возможные источники вредных и опасных факторов, которые могут быть связаны с использованием всего вышеперечисленного оборудования.

Таблица 15 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте: лаборатория

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [6]	Нормативные документы
1. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [3]

Продолжение таблицы 15

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [6]	Нормативные документы
2. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [5]
3. Повышенный уровень общей вибрации	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [3]
4. Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [3]
5. Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50-60 Гц)	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [3] СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [6]
6. Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95 [4]
7. Монотонность труда, вызывающая монотонию; Длительное сосредоточенное наблюдение	ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [2].
8. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов.	ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [2].

7.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, поэтому в организации должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, установленные СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [9]. Они представлены в таблице 16

Таблица 16 – Оптимальные значения микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	(23 - 25)	(21 - 25)	(40 - 60)	0,1
Холодный	(20 - 22)	(22 - 26)	(40 - 60)	0,1

7.2.2 Превышение уровня шума

Шумовое загрязнение может иметь серьезные последствия для здоровья человека, включая заболевания нервной и сердечно-сосудистой систем.

Наиболее типичные профессиональными травмами могут являться: потеря слуха, травмы уха, стресс и психологические проблемы, снижение производительности.

В проектируемом стенде основными источниками шума являются мешалка, компрессор, насосы и ПК. Для оценки ожидаемого уровня шума необходимо учесть возможные комбинации оборудования, находящегося в рабочем режиме. В динамическом режиме работы стенда могут одновременно работать мешалка, два насоса, компрессор и ПК. Уровень шума каждого из устройств измеряется в децибелах (дБ(А)), и для определения максимального уровня шума необходимо определить разность двух максимальных уровней и добавить соответствующую этой разности добавку к максимальному уровню. Если ожидаемый уровень шума превышает допустимые нормы, необходимо

принять меры для уменьшения уровня шума, например, установить звукопоглощающие материалы или пересмотреть выбор оборудования [7]:

$$L_1 - L_2 = 65 - 60 = 5 \text{ дБ(А)}, \quad (1.2.1)$$

где L_1 – уровень шума компрессора, дБ(А);

L_2 – уровень шума мешалки, дБ(А).

Добавка при разности 5 дБ(А) составляет 1,2 дБ(А):

$$L_0 = 65 + 1,2 = 66,2 \text{ дБ(А)}, \quad (1.2.2)$$

$$L_0 - L_3 = 66,2 - 40 = 26,2 \text{ дБ(А)}, \quad (1.2.3)$$

Где L_0 – ожидаемый уровень шума, дБ(А);

L_3 – уровень шума насосов, дБ(А).

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах согласно таблице 5.5 пункта 36 СанПиН 1.2.3685-21 [3] представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни эквивалентного звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая, научная деятельность	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Измерения, аналитические работы	93	84	79	70	68	57	55	52	49	60

Согласно расчетам, уровень шума превышает допустимый. Для его ослабления необходимо регулярно производить технического обслуживание оборудования: очищать от пыли, своевременно обрабатывать смазывающими веществами. Если данные меры окажутся недостаточно эффективными необходимо воспользоваться средствами индивидуальной защиты.

7.2.3 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения

Недостаток искусственного освещения приводит к быстрой утомляемости и развитию близорукости. Согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и

искусственное освещение» [4] при недостаточной освещенности рабочей зоны необходимо использовать светильники с люминесцентными лампами. Согласно этому документу норма освещенности рабочего места оператора составляет 300 – 500 лк при общем освещении.

7.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

При соприкосновении с проводами, частями установки, компьютерным оборудованием, а также стенами и полом, которые могут находиться под напряжением, существует опасность поражения электрическим током. Наиболее типичные травмы могут быть: Электротравмы, поражение электрическим током, психологические проблемы.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [5] определяются предельно допустимые значения силы переменного и постоянного тока и напряжения представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Предельно допустимые значения силы тока

	Переменный ток при частоте, Гц		Постоянный ток
	50	400	
Напряжение, В	2	2	8
Сила тока, мА	0,3	0,4	1

В качестве защиты от поражения электрическим током используются: изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и автоматического отключения питания. На объекте размещаются предупредительные знаки и плакаты безопасности.

7.2.5 Монотонность труда, длительное сосредоточенное наблюдение

Длительная работа с ПК монотонна, требует высокой концентрации, вызывает напряжение. При работе за ПК оператор находится в сидячем положении, что негативно сказывается на состоянии здоровья человека.

Первые симптомы наступления психофизического утомления: усталость, сонливость, потеря концентрации, головная боль, гипертония, боли в животе, звон в ушах.

При первых симптомах нервного перенапряжения необходимо:

- сделать длительный перерыв со сменой деятельности;
- в процессе работы рационально чередовать периоды отдыха, работы и приема пищи, использовать регламентированные перерывы.

При длительных и повторяющихся состояниях переутомления необходимо начать заниматься спортом, ложиться спать и вставать в одно и то же время, произвести коррекцию рациона питания, в тяжелых случаях обратиться к врачу.

7.2.6 Электромагнитное поле промышленной частоты (порядка (50-60) Гц)

В процессе работы за персональным компьютером на оператора оказывается воздействие электромагнитного излучения. Излучение является вредным производственным фактором в связи с тем, что оказывает негативное влияние на состояние здоровья работника. Электромагнитные излучения нарушают деятельность сердечно-сосудистой и нервной системы.

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля (ЭП) частотой 50 Гц на рабочем месте - 5 кВ/м согласно пункту 38 СанПиН 1.2.3685-21 [8].

На производстве следуют СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [6] для снижения степени влияния электромагнитного излучения:

- Расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см.
- Применение специализированных очков от электромагнитного излучения.

7.2.7 Повышенный уровень общей вибрации

К источникам вибраций в лаборатории относятся объекты управления с пневматическим или электрическим приводом. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 [3] на рабочем месте оператора предельно допустимые значения вибрации для автоматизированного рабочего места оператора дренажной ёмкости представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест для оператора технологической установки

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентные скорректированные уровни виброускорения	
				m/c^2	дБ
Общая	Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах	Z_o	W_k	0,1	100
		X_o, Y_o	W_d	0,071	97

Вибрация приводит к снижению производительности труда и качества работы, а также к возникновению головных болей, онемение конечностей. Воздействие вибрации на рабочий персонал необходимо снижать при помощи виброизолирующих рукавиц и виброизолирующей обуви.

7.3 Экологическая безопасность

В процессе работы со стендом не производится конечного продукта, поэтому отходами, которые производятся в помещении, являются бытовой мусор и периодическая замена нефти и воды в стенде. Отработанная нефть утилизируется в специализированных фирмах. Защита гидросферы: загрязнение гидросферы происходит в результате утечек нефтепродуктов, которые попадают в водоемы при возникновении аварий или проведении ремонта оборудования. Чтобы не допустить загрязнения водных ресурсов, требуется использование

очистных сооружений. Согласно ГН 2Л.5Л315-03 предельно допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования составляют 0,3 мг/дм³ [10].

Эта установка оказывает незначительное воздействие на атмосферу, поскольку для имитации газовой фазы используется воздух, который затем выделяется вместе с парами воды и масла, которые не токсичны. Согласно СанПиН 42-128-4690-88 [3], если оборудование, используемое в АСУ, перестает работать и не подлежит ремонту, то его необходимо утилизировать на полигоне твердых бытовых отходов.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией в рабочей лаборатории является пожар вследствие короткого замыкания. По степени пожароопасности помещение относится к классу П-Па. Согласно Федеральному закону №123 [8] «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», наиболее вероятным классом пожара для данного помещения является пожар класса Е.

Данный класс пожаров определяется как пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением.

В случае возникновения пожара или его признаков, оператор, выполняющий работы в офисе, обязан:

1. Немедленно сообщить об этом по телефону «01» в пожарную часть.
2. Задействовать систему оповещения людей о пожаре.
3. Принять по возможности меры по тушению пожара.
4. Известить о пожаре руководителя или другого работника.

Средствами обеспечения пожаробезопасности являются:

- огнетушитель, которым обеспечена лаборатория, а также пожарный кран, находящийся в здании;
- системы автоматической пожарной сигнализации.;
- средства организации эвакуации, в том числе технические.

Мероприятия, обеспечивающие пожаробезопасность:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении;
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и техникой разработки.

7.5 Вывод по разделу социальная ответственность

В процессе работы над данной секцией были изучены вопросы организационной и правовой безопасности, проанализированы нормативные документы, связанные с проектированием, реализацией и эксплуатацией физического стенда «Трехфазный сепаратор скважинной жидкости».

Также был проведен анализ опасных факторов, которым может быть подвержен оператор, который использует установку, и предложены меры для их минимизации или полного исключения.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ - вторая и (помещение с повышенной опасностью). Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок группа по электробезопасности рабочего персонала – III группа.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» категория тяжести труда – IIа.

Стенд трехфазного сепаратора является относительно безопасным для окружающей среды в плане выбросов вредных веществ. Отходы, которые возникают в процессе работы, являются бытовым мусором и нефтью, которая утилизируется в специализированных фирмах.

Кроме того, была рассмотрена безопасность в ЧС. Главной опасностью для проектируемого стенда является возможный пожар. Согласно Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ [8] – трехфазный сепаратор может относиться к классу пожара Е. Были рассмотрены первичные методы пожаротушения.

Список используемых источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изменениями на 19 декабря 2022 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901807664>.
2. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1979. – 9 с.
3. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2021. – 496 с.
4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 122 с.
5. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200102598>.
6. СП 2.2.3670-20 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583>.
7. Суммарный уровень шума нескольких источников [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3940278/page:4/>, свободный.
8. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" <https://docs.cntd.ru/document/902111644>.
9. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» https://www.gubkin.ru/personal_sites/fedotovie/NPA/mkl.pdf
10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.1315-03. - М: Российский

регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. - 1 54 с.

11. Правила электробезопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Постановление Правительства РФ от 23.11.2009 N 918.

12. Блок питания https://www.chipdip.ru/product/ndr-240-24?utm_source=direct&utm_medium=cpc&position_type=premium%7Ck50id%7C01000002651830_2651830%7Ccid%7C60323483%7Cgid%7C4964180149%7Caid%7C12395840300%7Csrc%7Csearch_none&utm_campaign=Y_dinamicheskaya&utm_content=text9_ya&utm_term=&yclid=14398599581828382719.

13. Модуль дискретного вывода МУ210-402 https://owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vivoda_ethernet.

14. Руководство по эксплуатации <https://docs.owen.ru/product/plk200/868/63697#topic-63698>.

15. ПЛК200 контроллер для малых и средних систем автоматизации <https://owen.ru/product/plk200>.

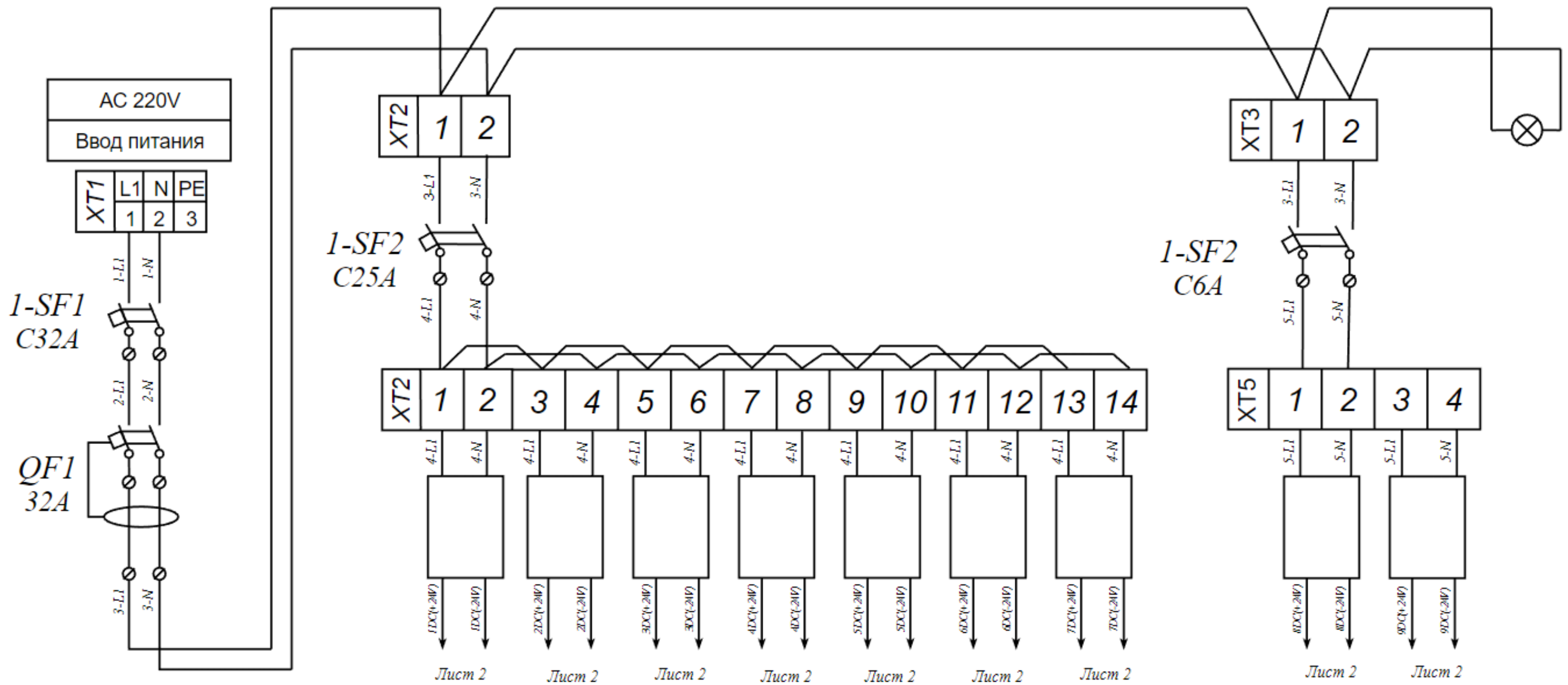
16. <https://neftegaz.ru/tech-library/burenie/148006-emulsiya/>.

17. Таблица зависимости сечения кабеля от тока <https://systemlines.ru/tekhnicheskie-i-vspomogatelnye-materialy/tablitza-zavisimosti-secheniya-kabelya-ot-toka-moshhnosti/>.

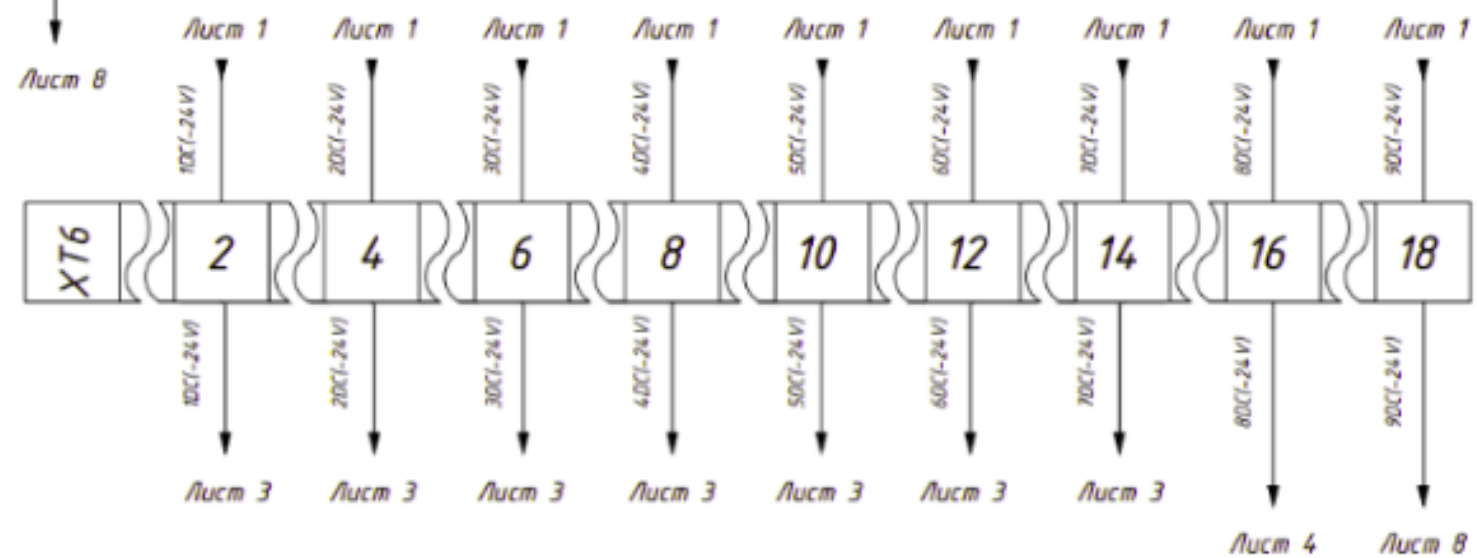
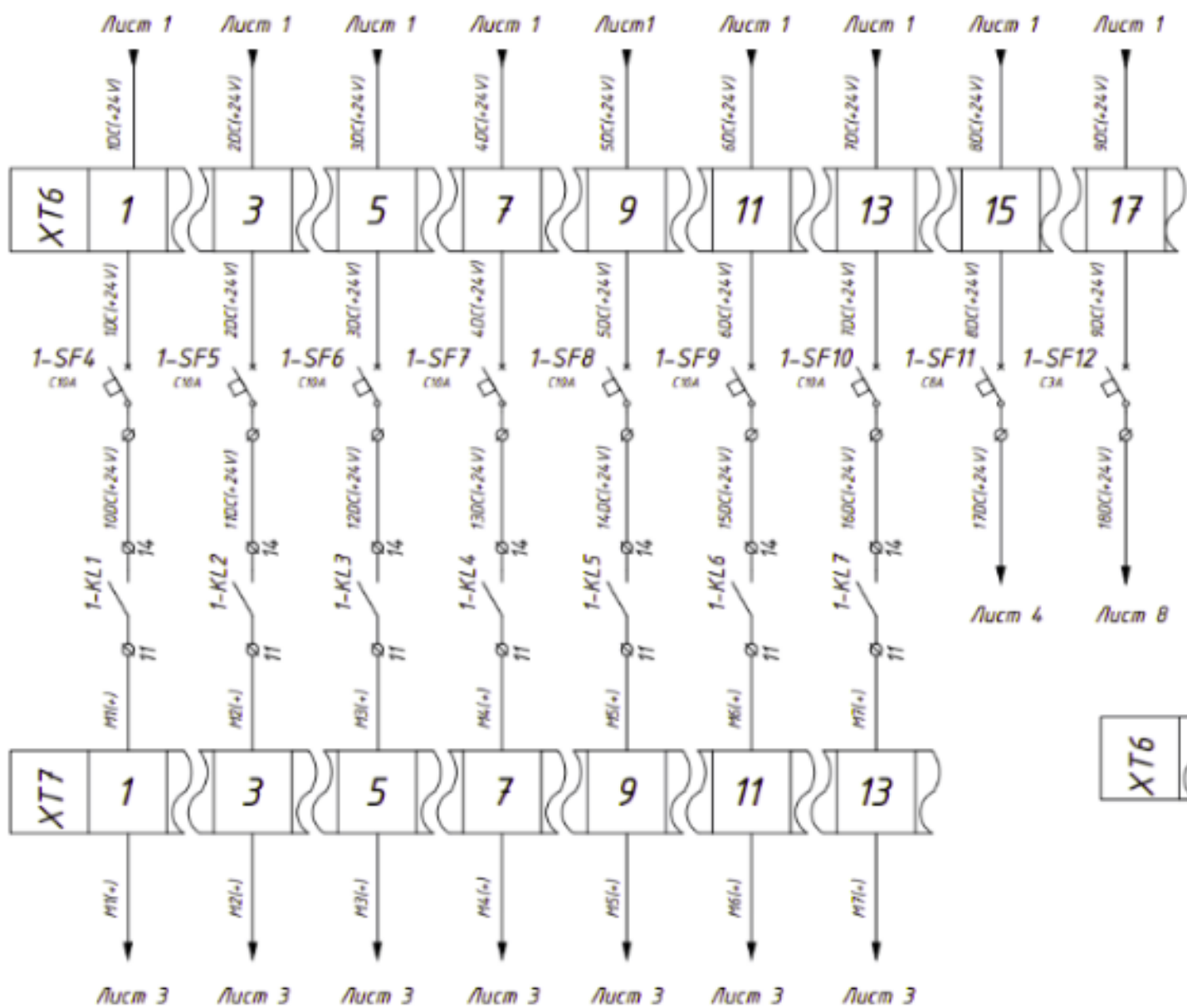
18. SF6232 (НЗ) - клапаны непрямого действия https://shs.valve-ko.ru/elektromagnitnyy-klapan-iz-plastika/plastikovye-klapany-smart/smart-sf6232/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=shs.valve-ko.ru+-+Поиск+-+SMART+-+Россия&utm_term=SF6232&utm_content=grp_2431968815%7Cban_7441910122%7Cph_8811210804%7Cretarg_8811210804%7Csrc_none%7Cpst_premium%7Cps_1&yclid=6126055349701050367.

19. Мембранный насос серии SEAFLO 42 12 В/24 В 3,0-11,3 л/мин 17-60 фунтов на квадратный дюйм (длинный) <http://www.seaflo.com/en-us/product/detail/16234.html>.

Приложение А
(обязательное)
Принципиальная электрическая схема

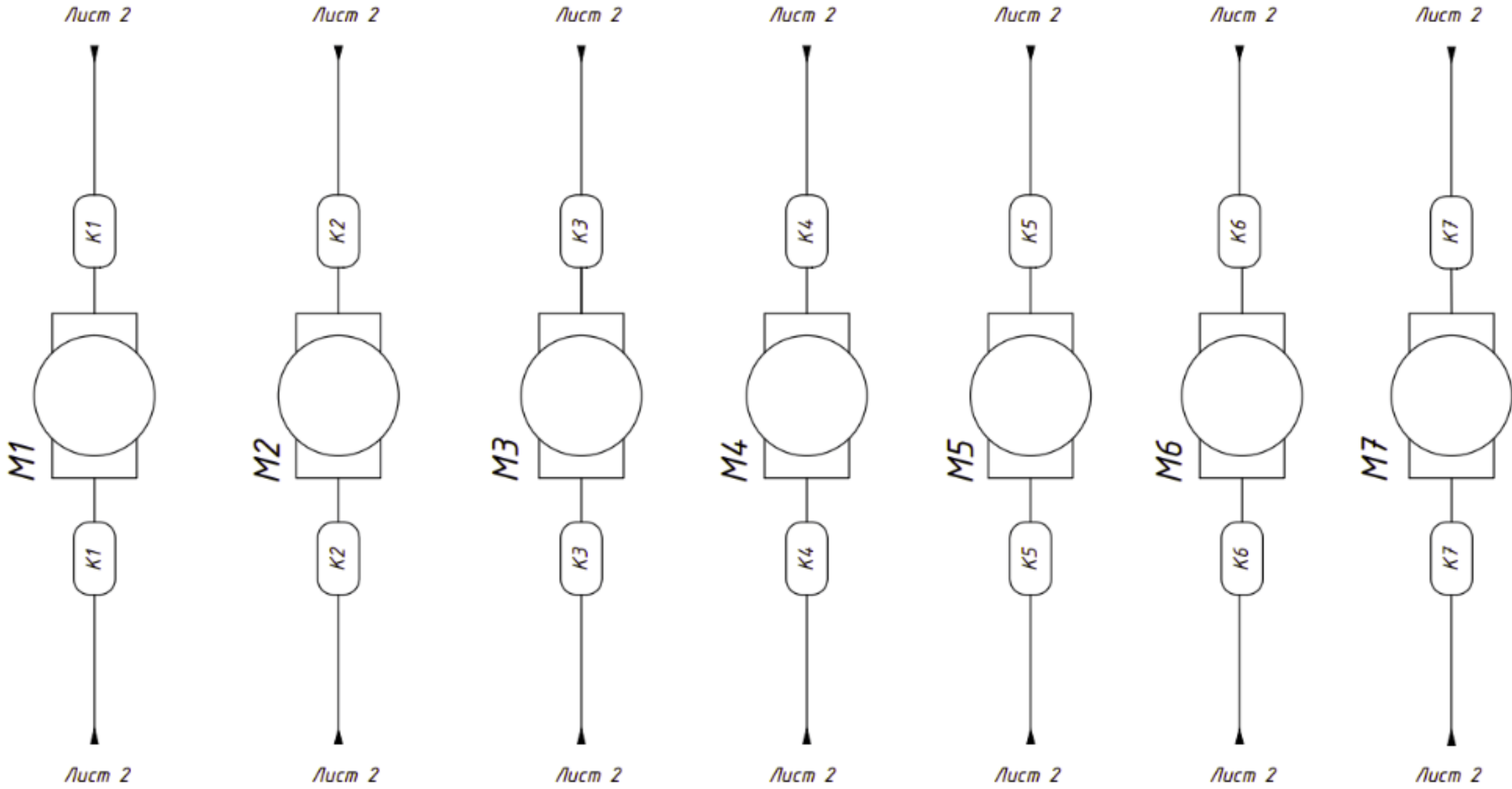


					ФЮРА.425480.001.3С.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цавнин А.В.						
					Принципиальная схема	Лист 1 Листов 8		
					ТПУ ИШИТР ОАР гр.ВТ92			

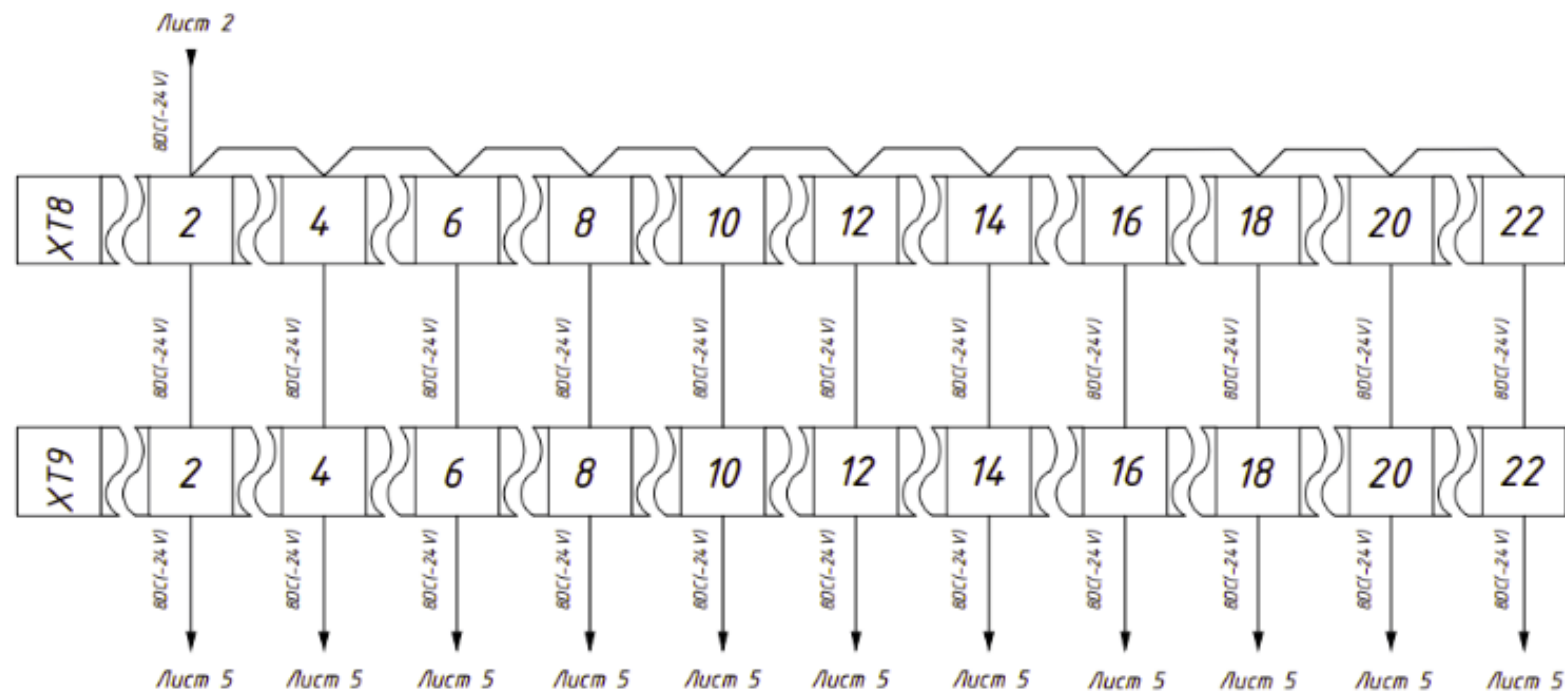
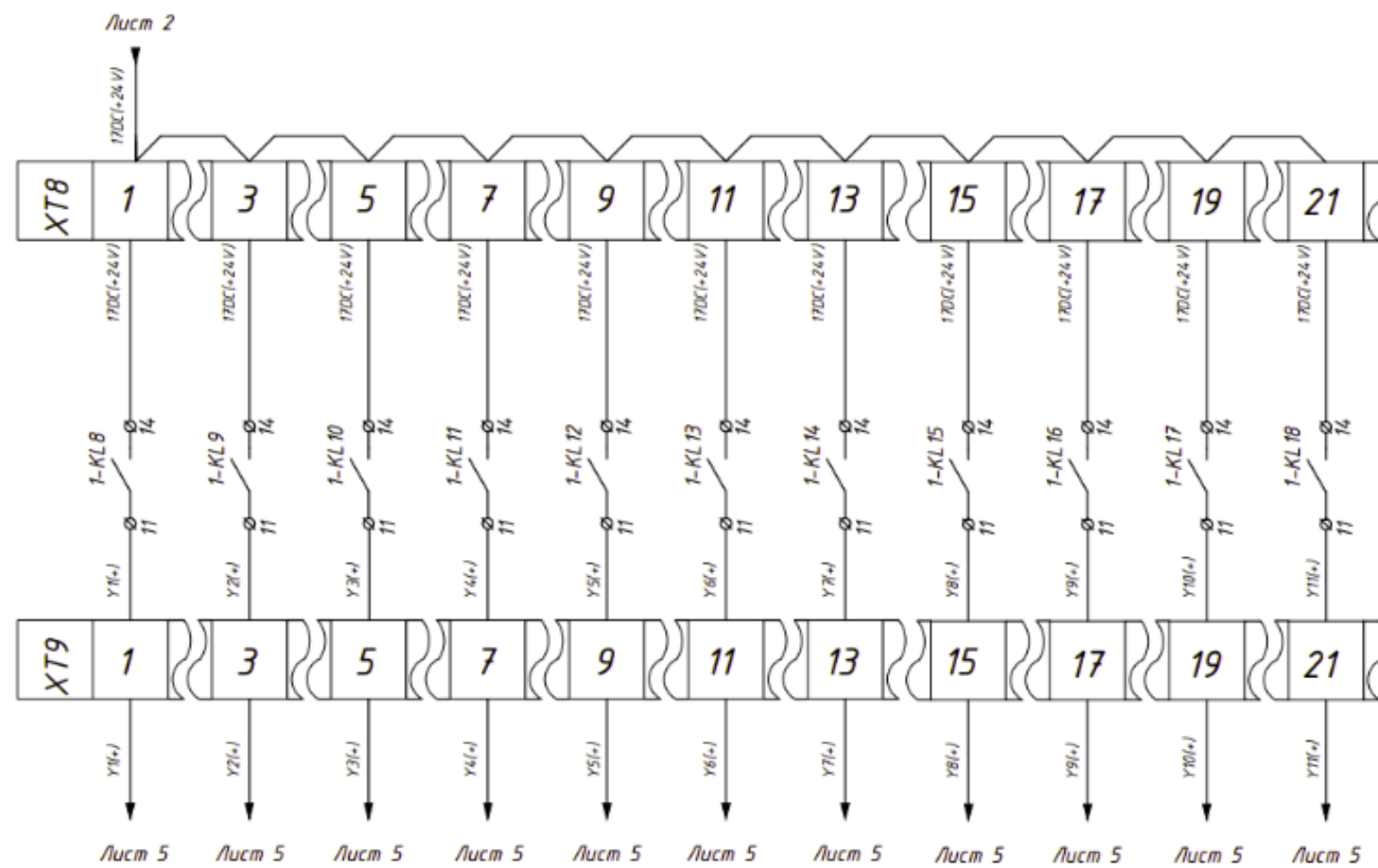


					ФЮРА.425480.001.3С.01		
					Разработка лабораторного исследовательского стенда		
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Паринко В.О.			у		
	Пров.	Цаплин А.В.					
					Лист 2 Листов 8		
					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		
Уме.							

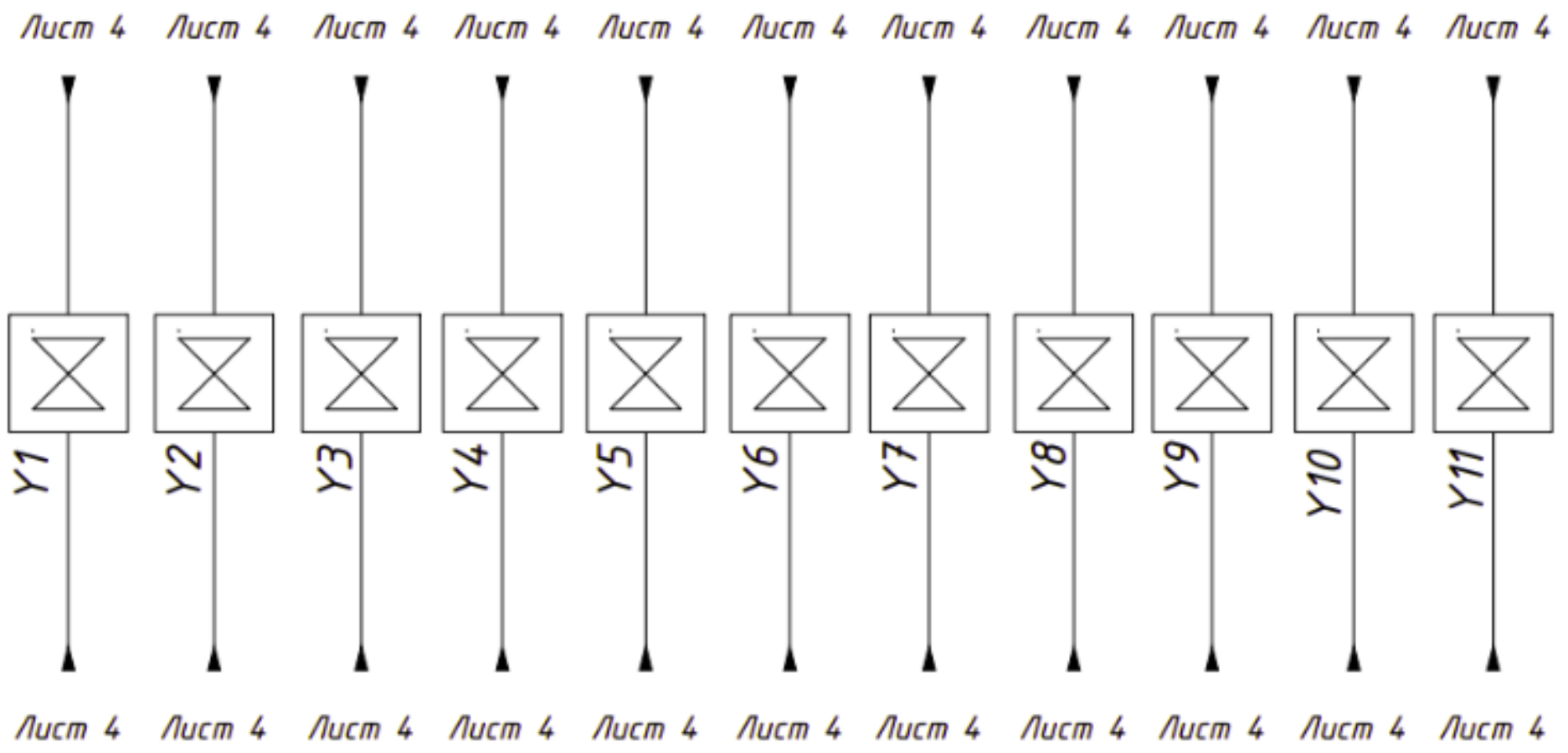
Принципиальная схема



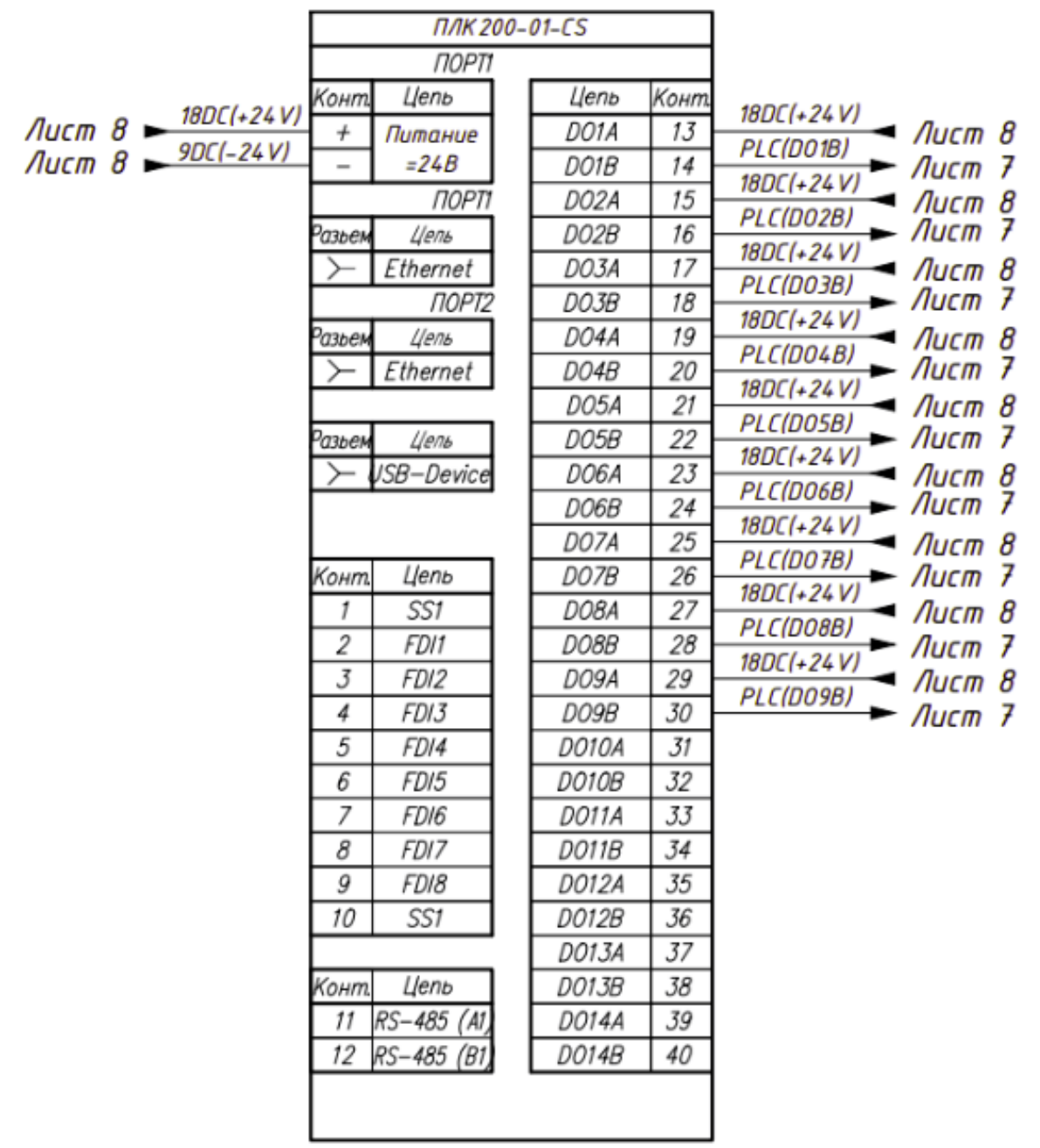
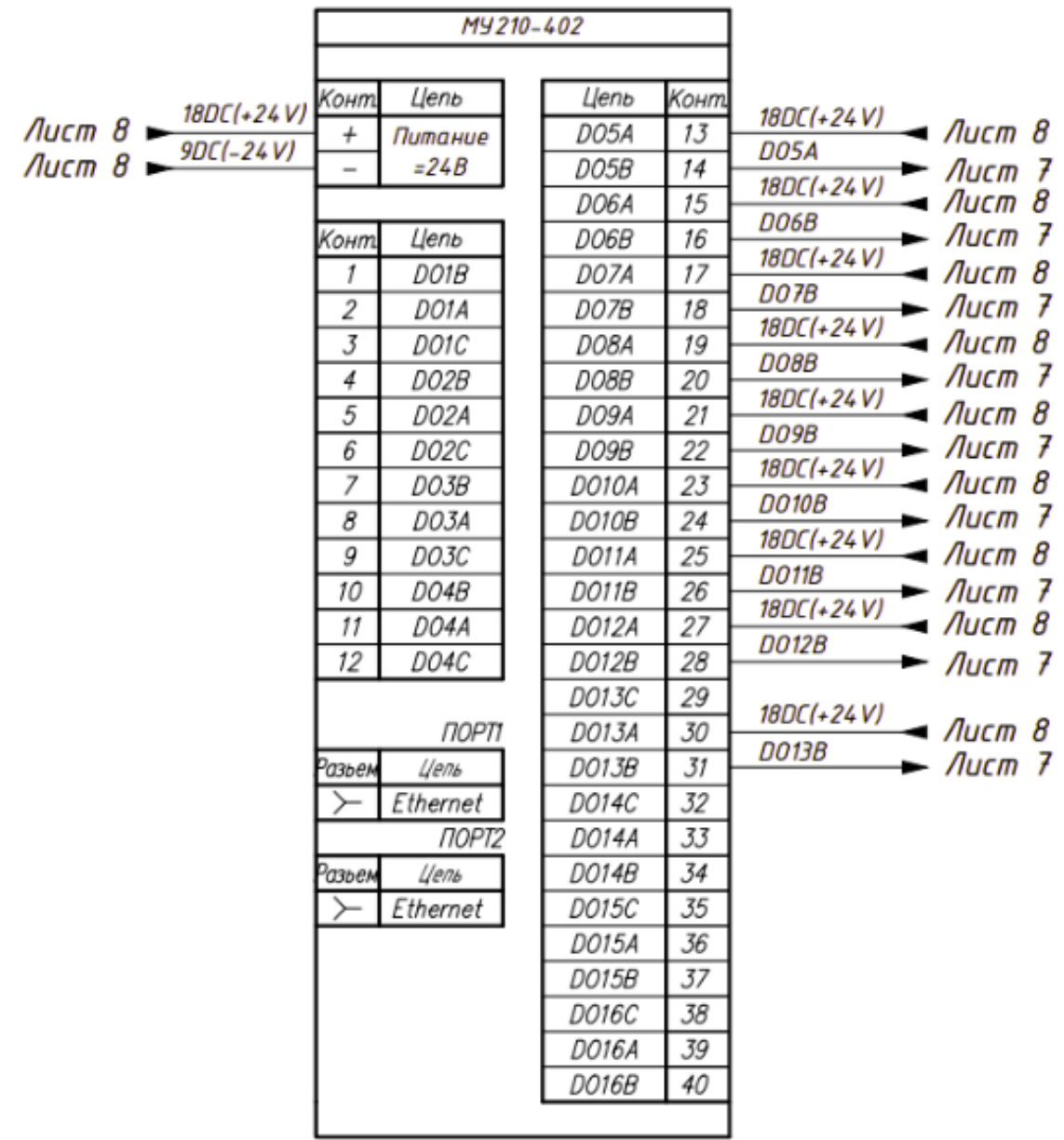
					ФЮРА.425480.001.3С.01			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	<i>Разработка лабораторного исследовательского стенда</i>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паршико В.О.				у		
Проект.		Цивич А.В.						
					<i>Принципиальная схема</i>	Лист 3		Листов 8
						ТПУ ИШИТР ОАР гр.8Т92		



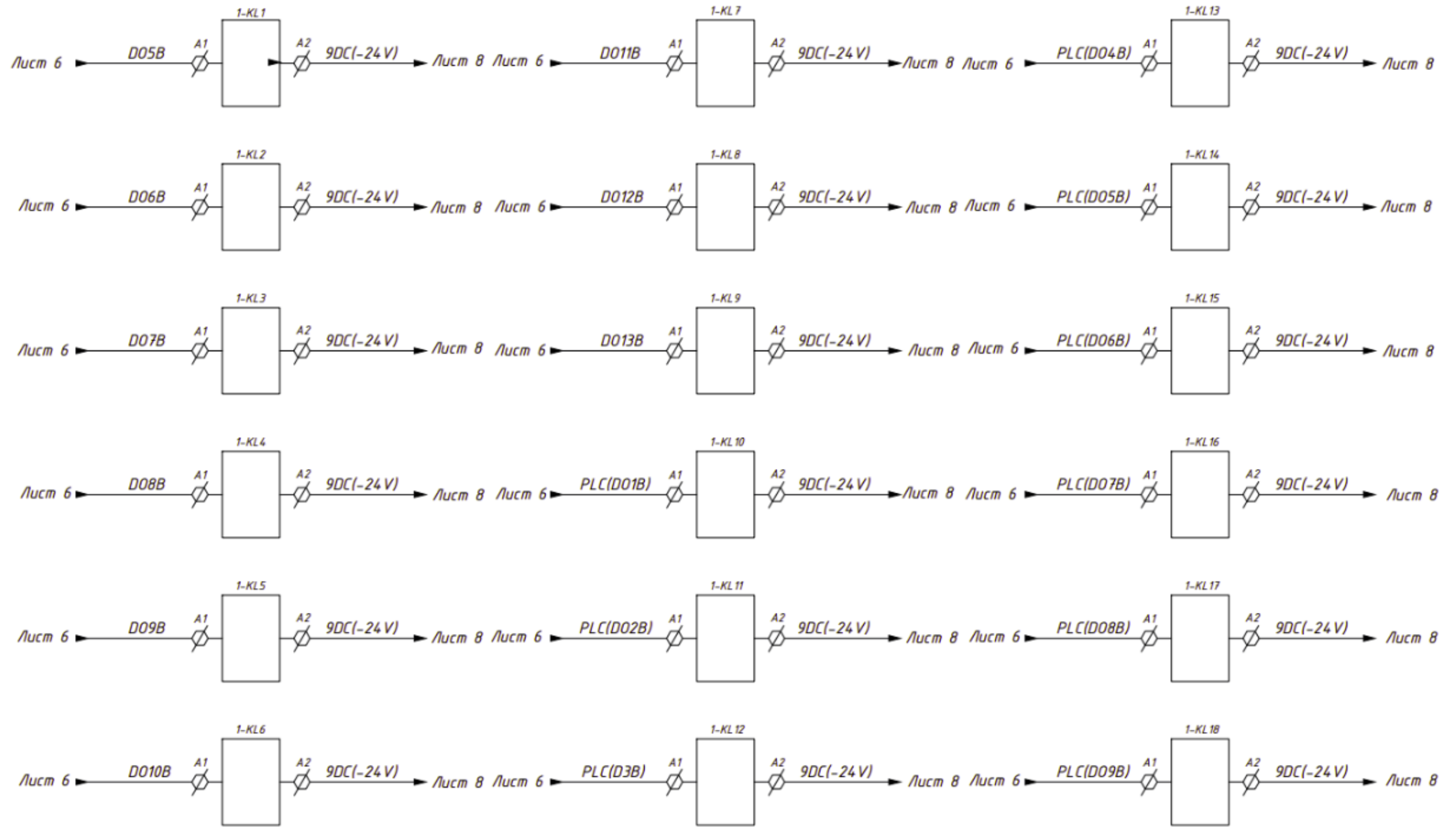
					ФЮРА.425480.001.3С.01			
								Лит.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	у		
Разраб.		Паринко В.О.				Лист 4	Листов 8	
Пров.		Цавнин А.В.				ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		
Уме.					Принципиальная схема			



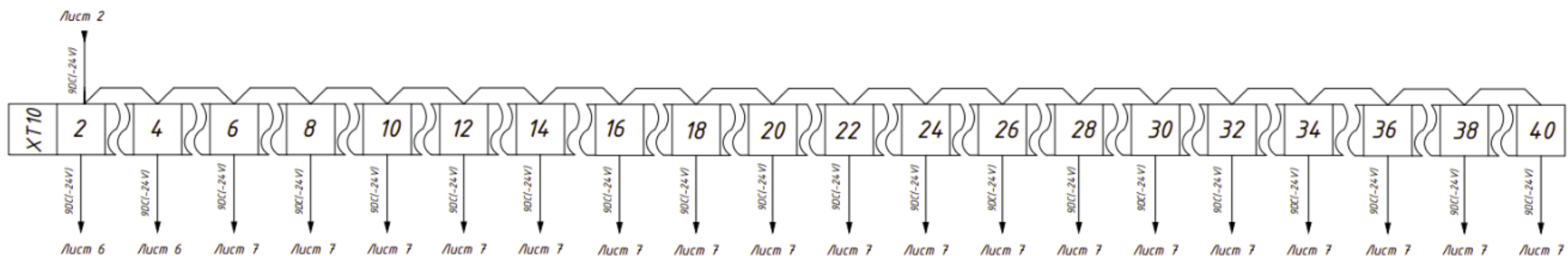
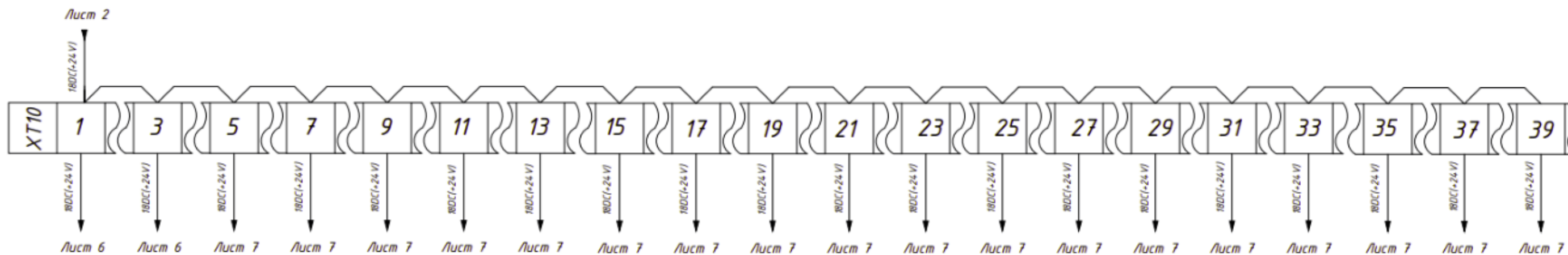
					ФЮРА.425480.001.3С.01			
					Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Паршико В.О.						
Прое.		Цаплин А.В.						
						Лист 5	Листов 8	
					Уме.			
					Принципиальная схема	ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		



					ФЮРА.425480.001.3С.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цавнин А.В.						
					Принципиальная схема		Лист 6 / Листов 8	
					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92			
Утв.								

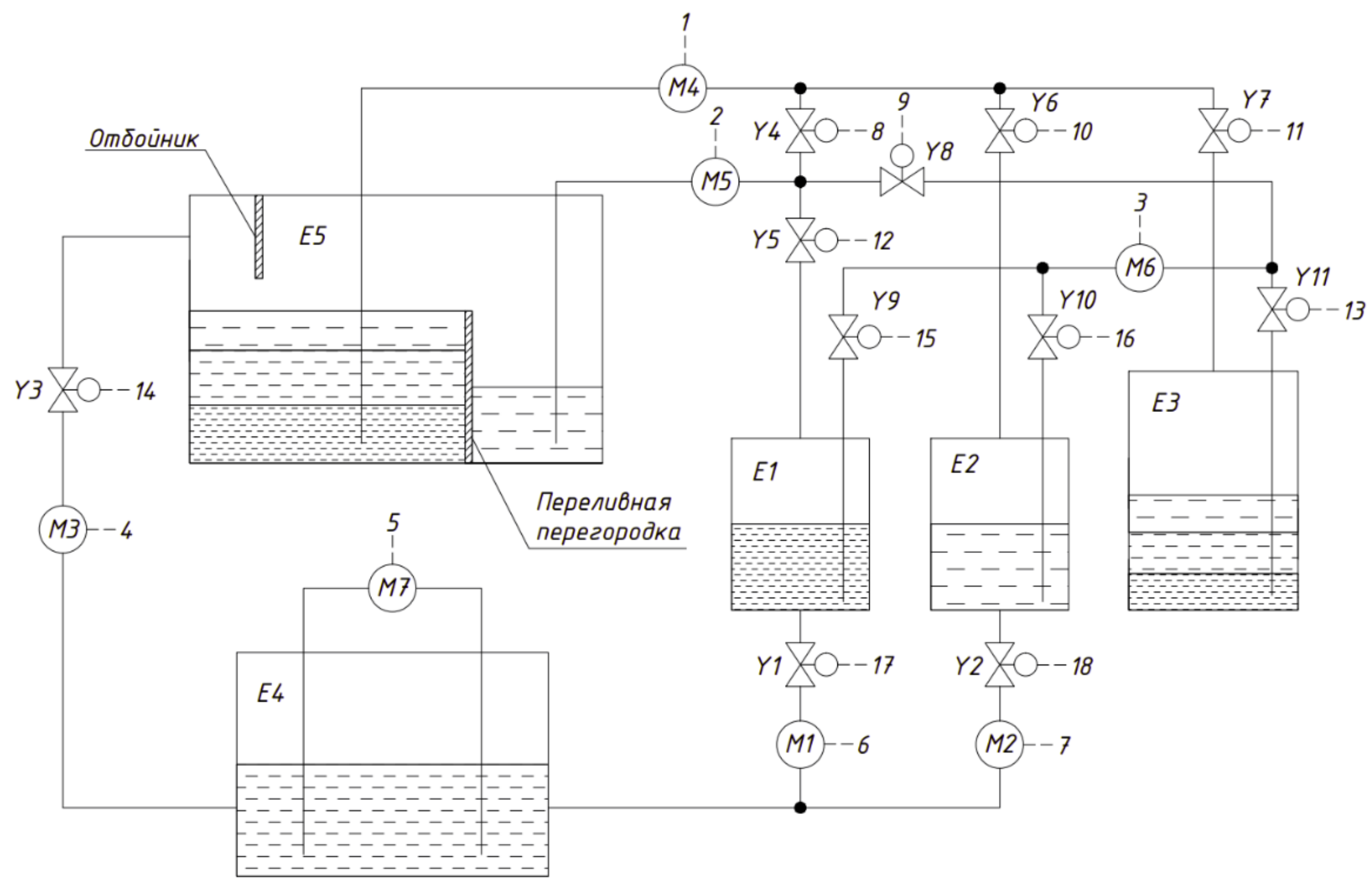


					ФЮРА.425480.001.3С.01			
					Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Паринко В.О.						
Пров.		Цавнин А.В.						
					Принципиальная схема	Лист 7 Листов 8		
Утв.					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92			



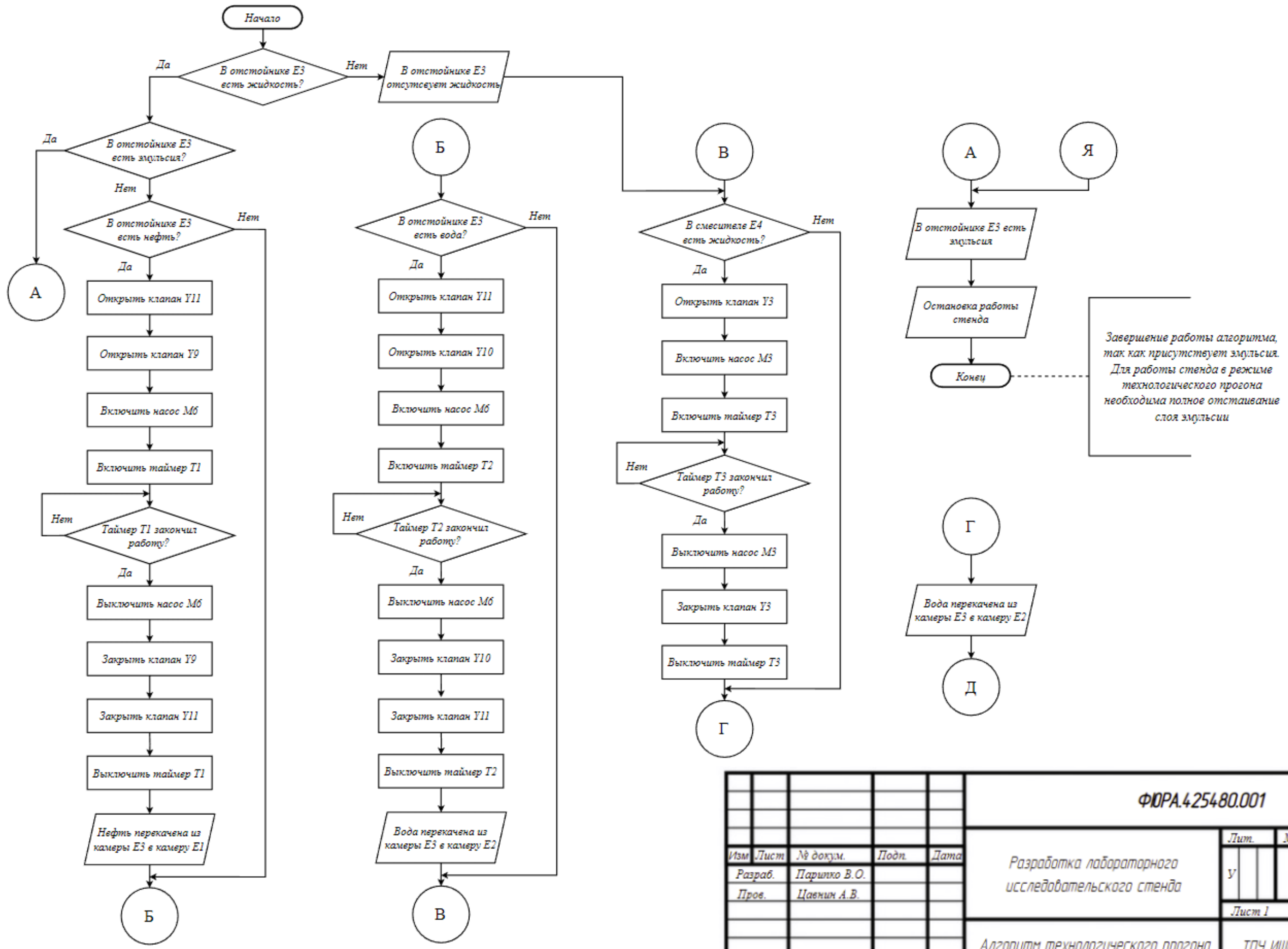
					ФЮРА.425480.001.3С.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
	Разраб.	Паринко В.О.				у		
	Пров.	Цавних А.В.						
					Принципиальная схема	Лист 8 / Листов 8		
					Уте.	ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		

**Приложение Б
(обязательное)
Функциональная схема**



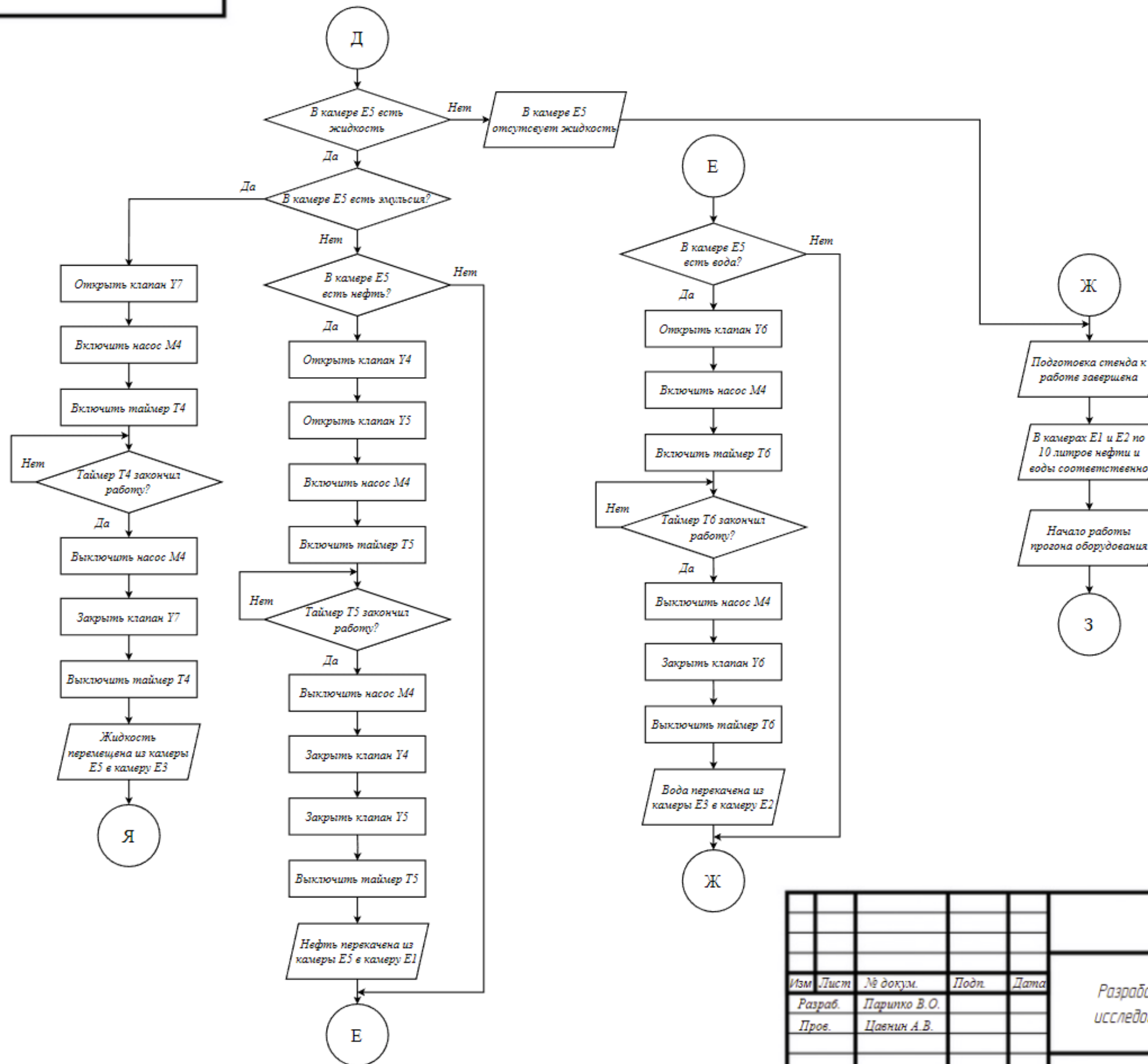
					ФЮРА.425480.0014С			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Пров.	Цавнин А.В.				у		
						Лист 1	Листов 1	
Утв.					Функциональная схема автоматизации	ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		

Приложение В
(обязательное)
Блок схема технологического прогона

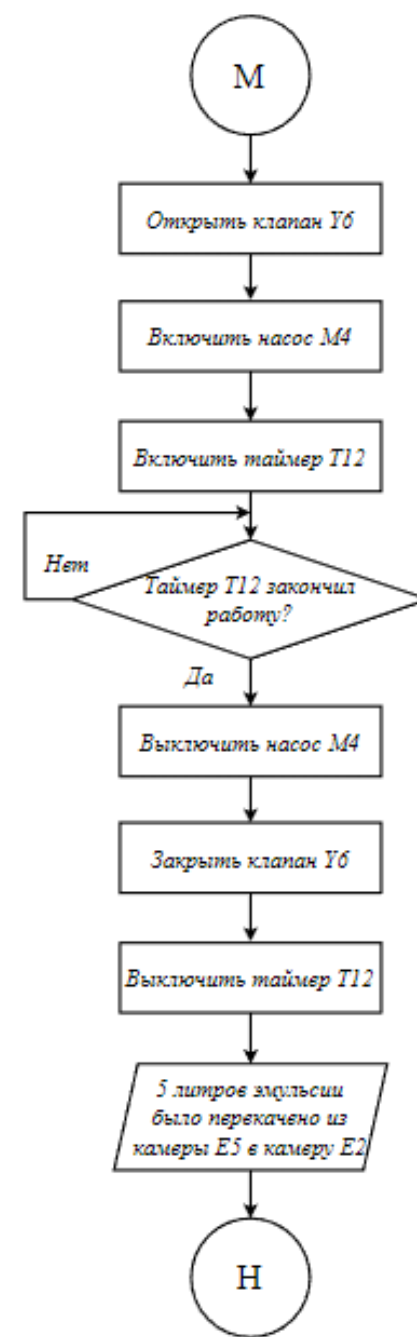
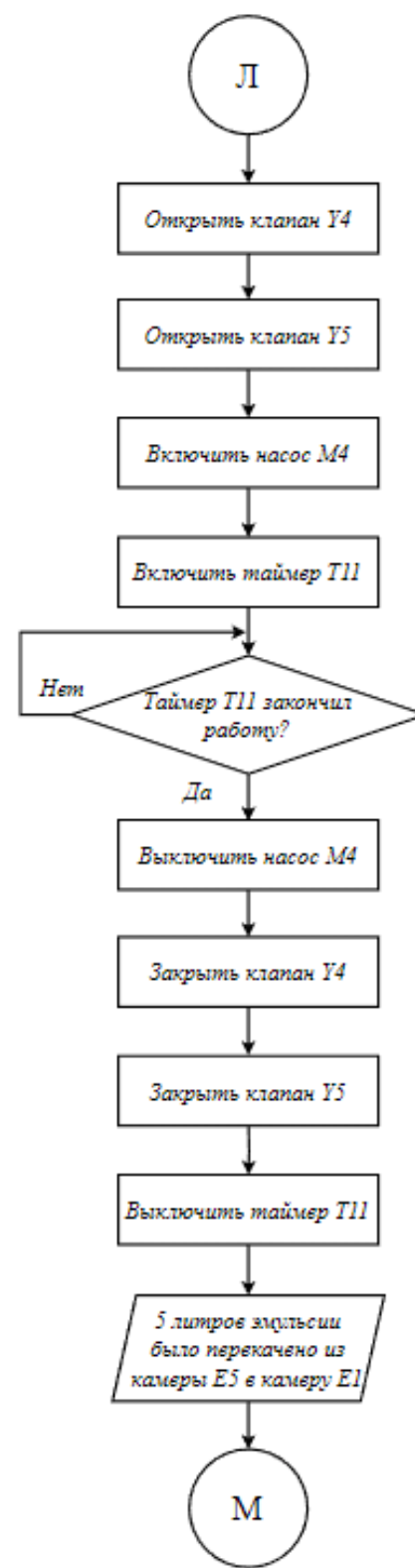
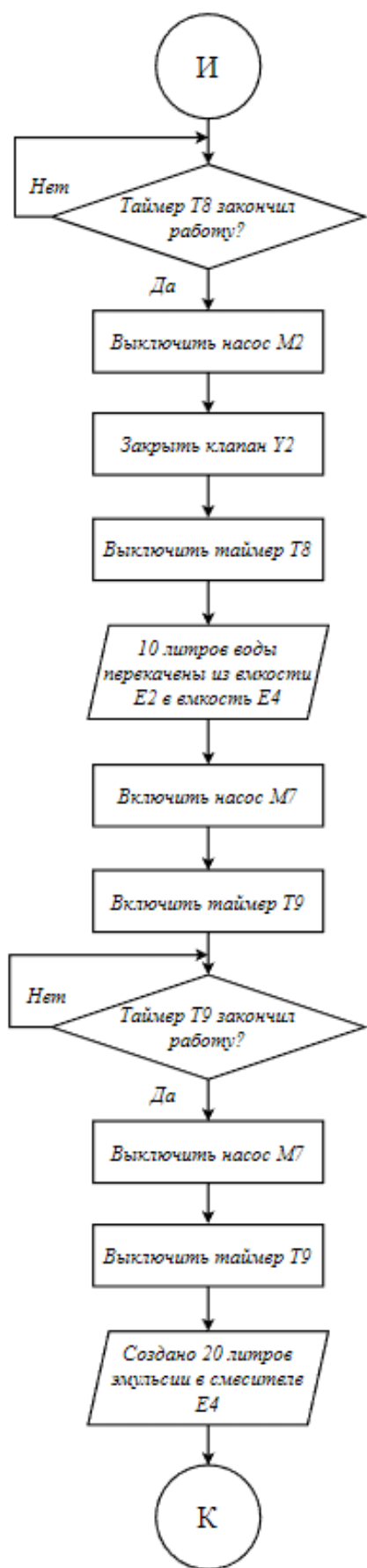


Завершение работы алгоритма, так как присутствует эмульсия. Для работы стенда в режиме технологического прогона необходима полное отстаивание слоя эмульсии

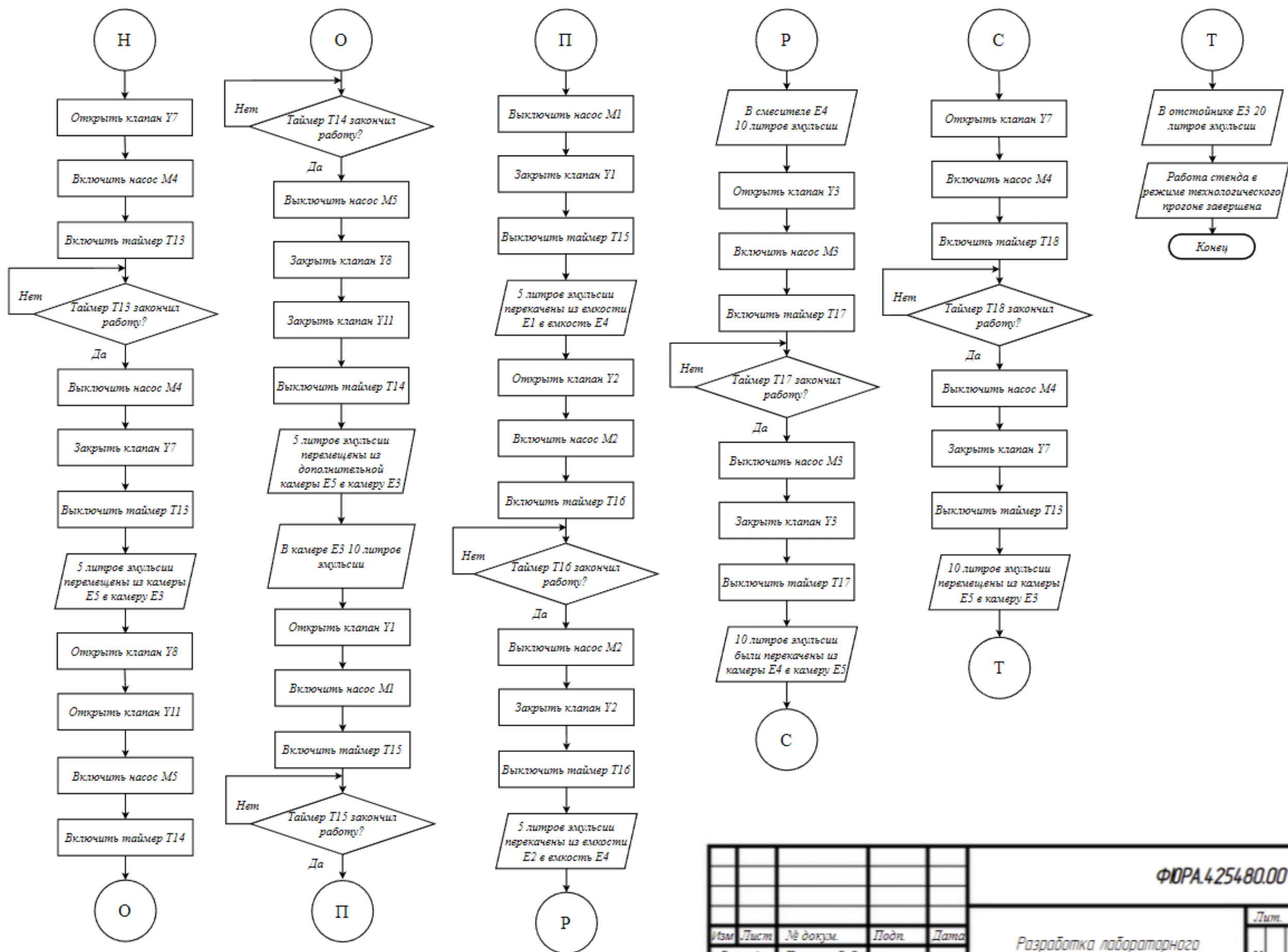
					ФДРА.425480.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цаенин А.В.						
					Алгоритм технологического прогона	Лист 1 из 4		
					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92			



					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паршико В.О.				у		
Пров.		Цавнин А.В.						
						Лист 2	Листов 4	
					Алгоритм технологического прогона		ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92	
Утв.								

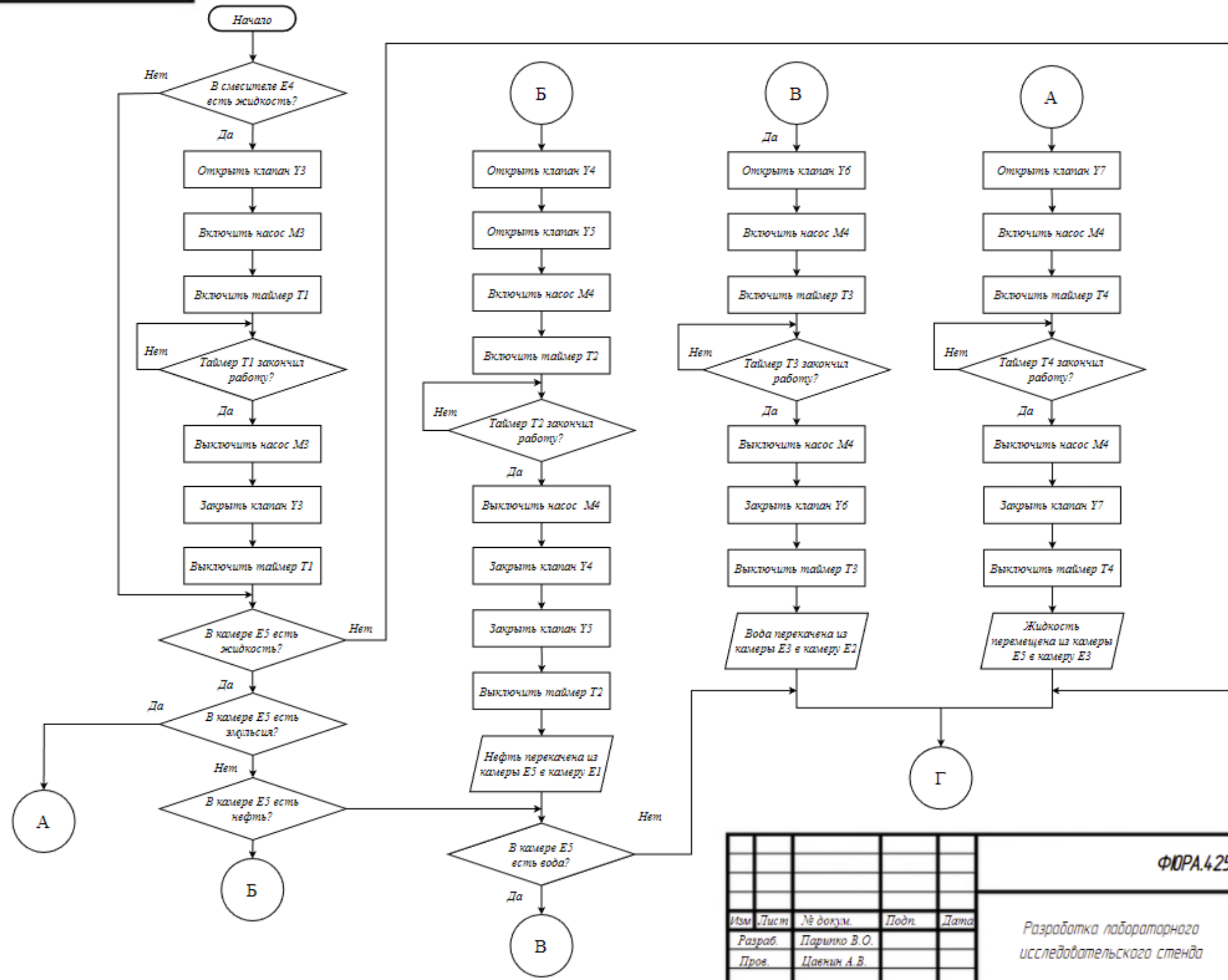


ФДРА.425480.001					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у		
Разраб.		Паринко В.О.					
Пров.		Цаплин А.В.					
Разработка лабораторного исследовательского стенда					Лист 3	Листов 4	
Алгоритм технологического процесса					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		
Уте.							

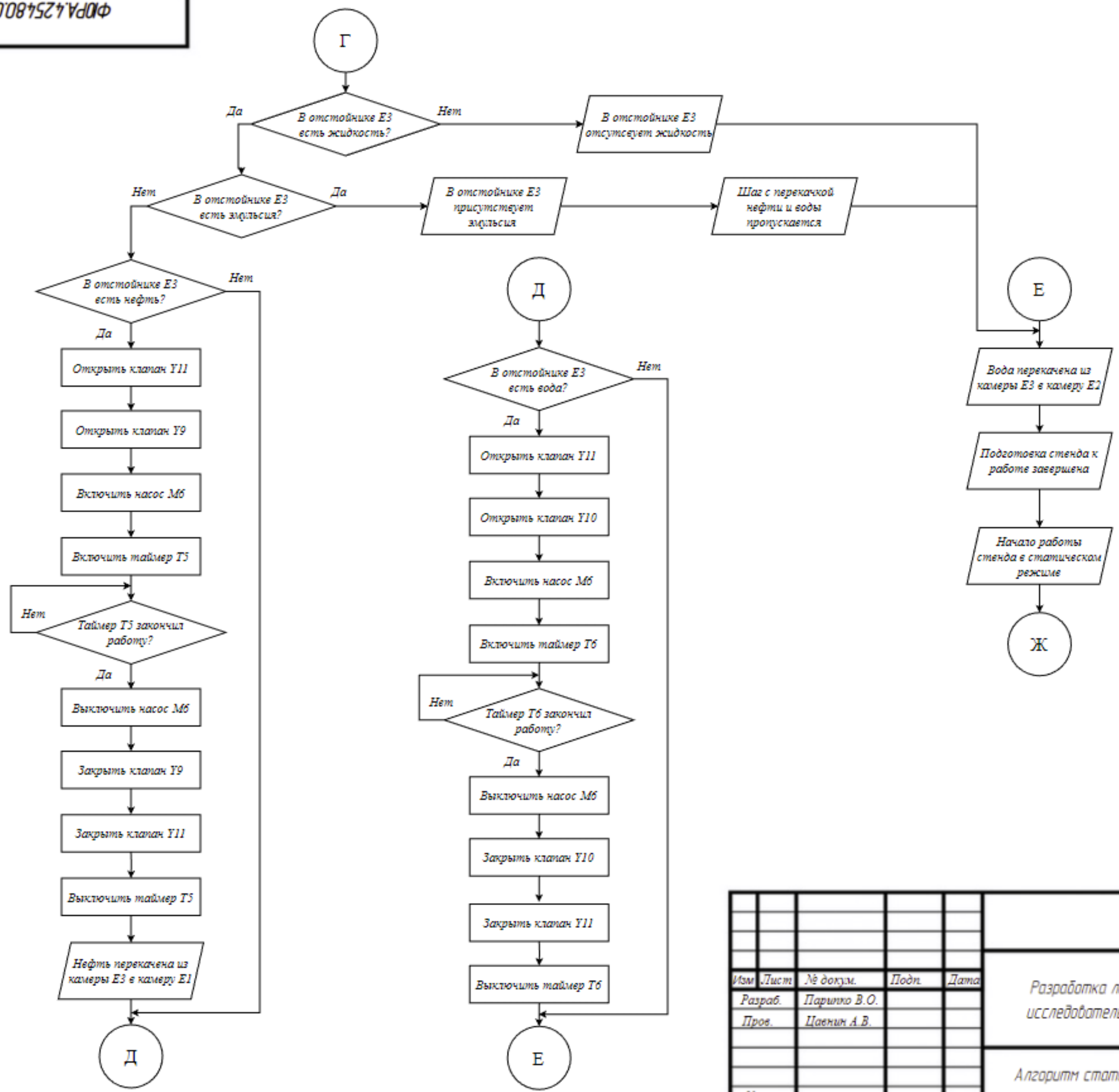


					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цавнин А.В.						
					Лист 4		Листов 4	
					Алгоритм технологического прогона			
					ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92			

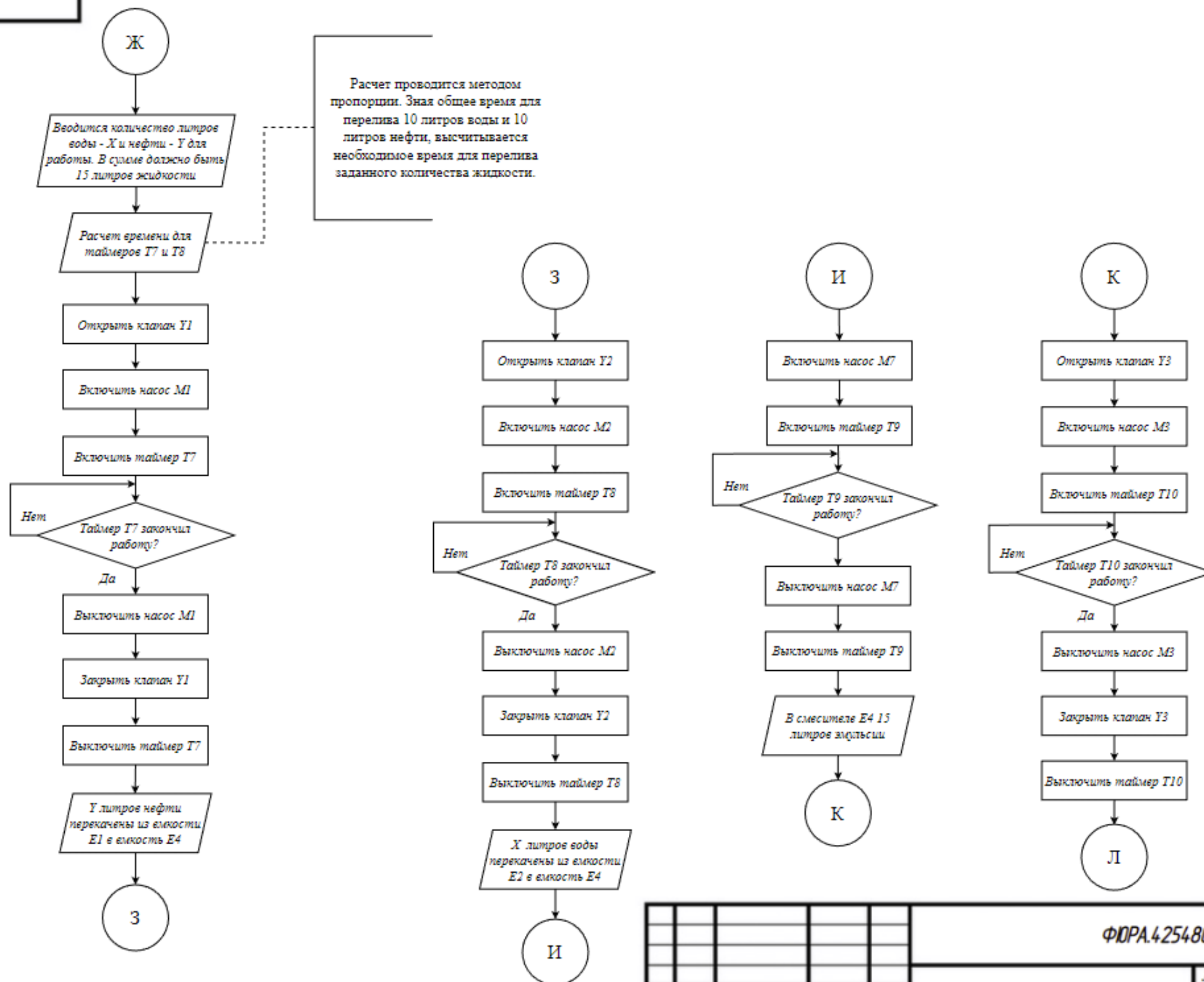
**Приложение Г
(обязательное)
Блок схема статического режима работы**



					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цаенин А.В.						
					Лист 1		Листов 4	
					Алгоритм статического режима			
					ТПУ ИШИП ОАР зр.8Т92			

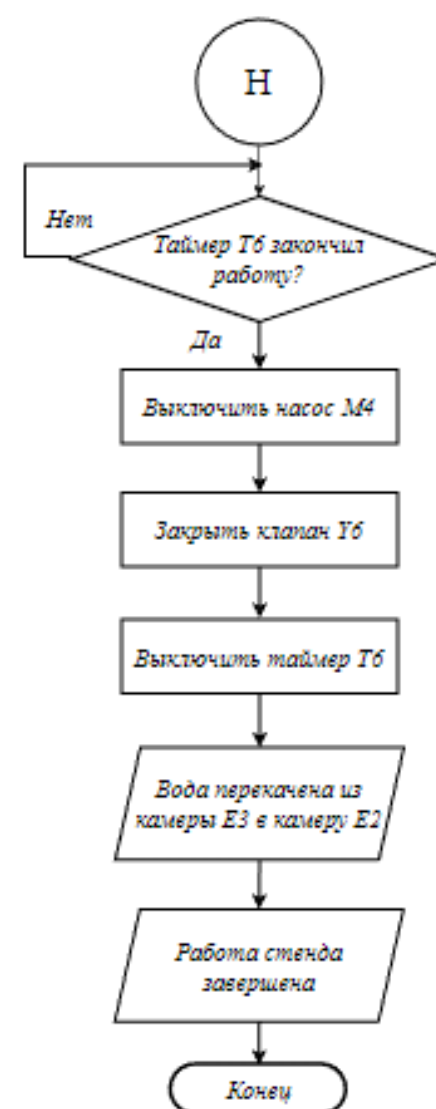
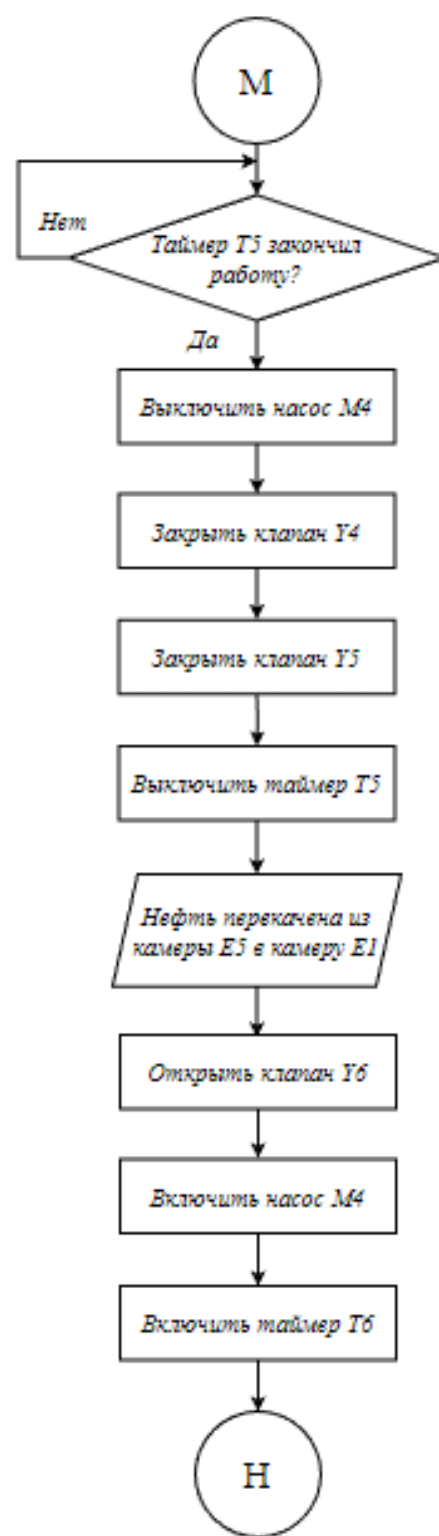
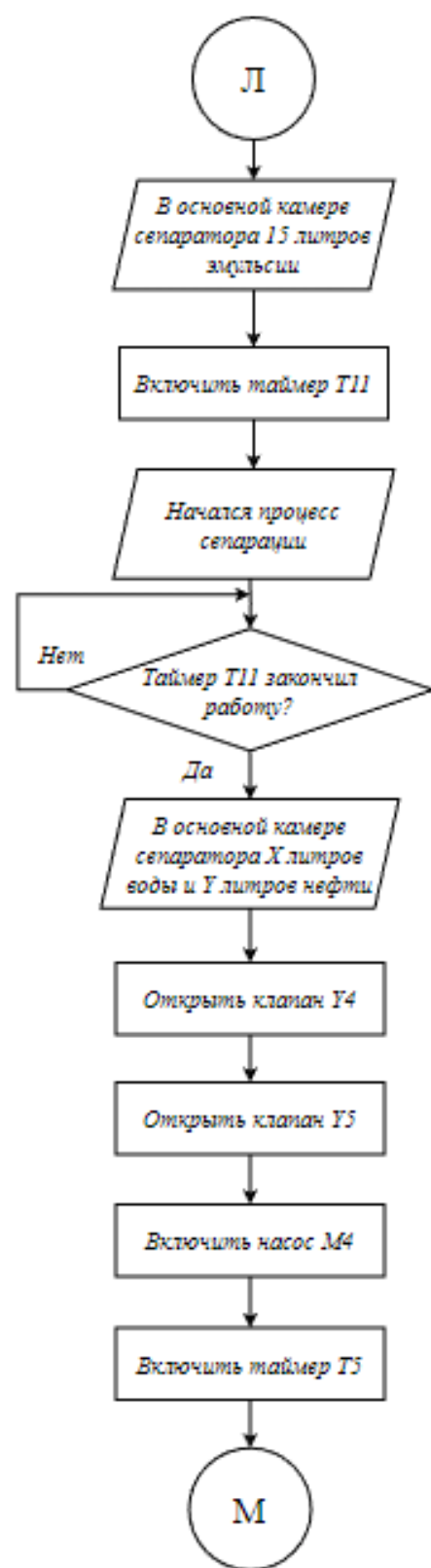


					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цавнин А.В.						
					Лист 2		Листов 4	
					Алгоритм статического режима			
					ТГУ ИШИТР ОАР зр.8Т92			



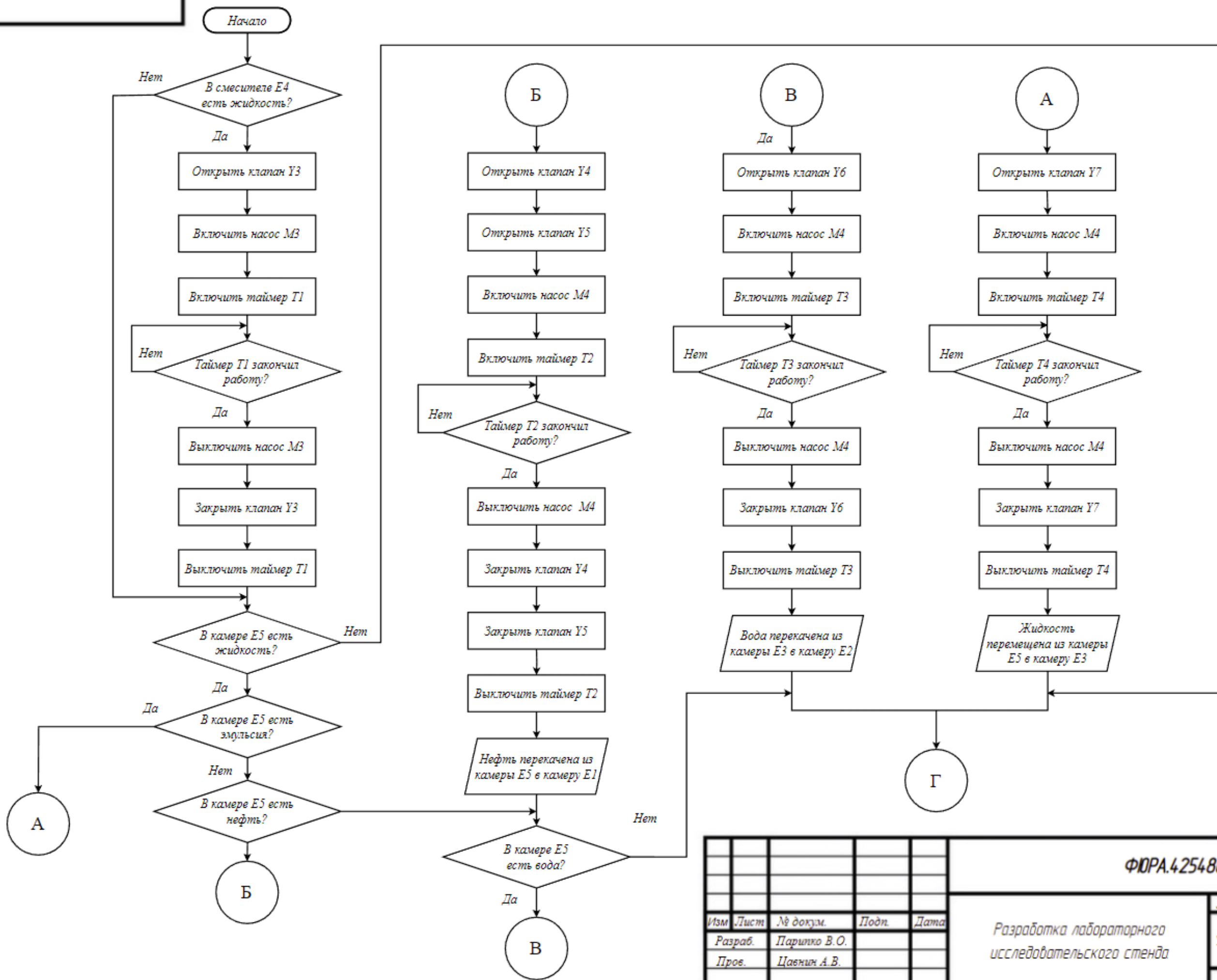
Расчет проводится методом пропорции. Зная общее время для перелива 10 литров воды и 10 литров нефти, высчитывается необходимое время для перелива заданного количества жидкости.

					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Паринко В.О.				у		
Пров.		Цавнич А.В.						
					Лист 3	Листов 4		
					Алгоритм статического режима			ТПУ ИШИТР ОАР гр.8Т92
Уте.								



					ФЮРА.4254.80.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит	Масса	Масштаб
						у		
Разраб.		Паринко В.О.						
Пров.		Цаплин А.В.						
					Алгоритм статического режима	Лист 4 Листов 4		
						ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		
					Утв.			

**Приложение Д
(обязательное)
Блок схема динамического режима работы**



ФЮРА.4254.80.001

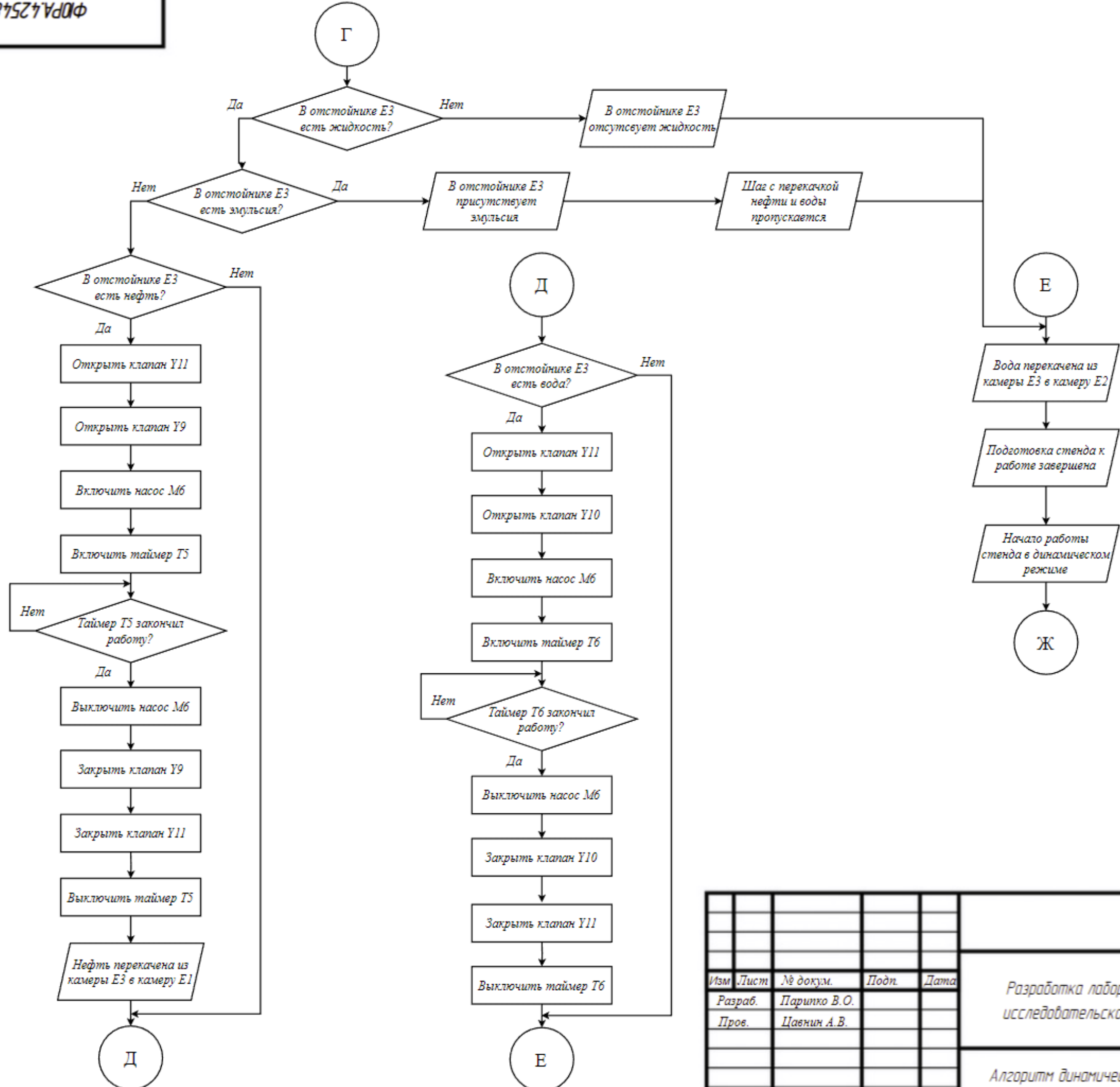
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Паршико В.О.		
Пров.		Цавнин А.В.		
Утв.				

Разработка лабораторного
исследовательского стенда

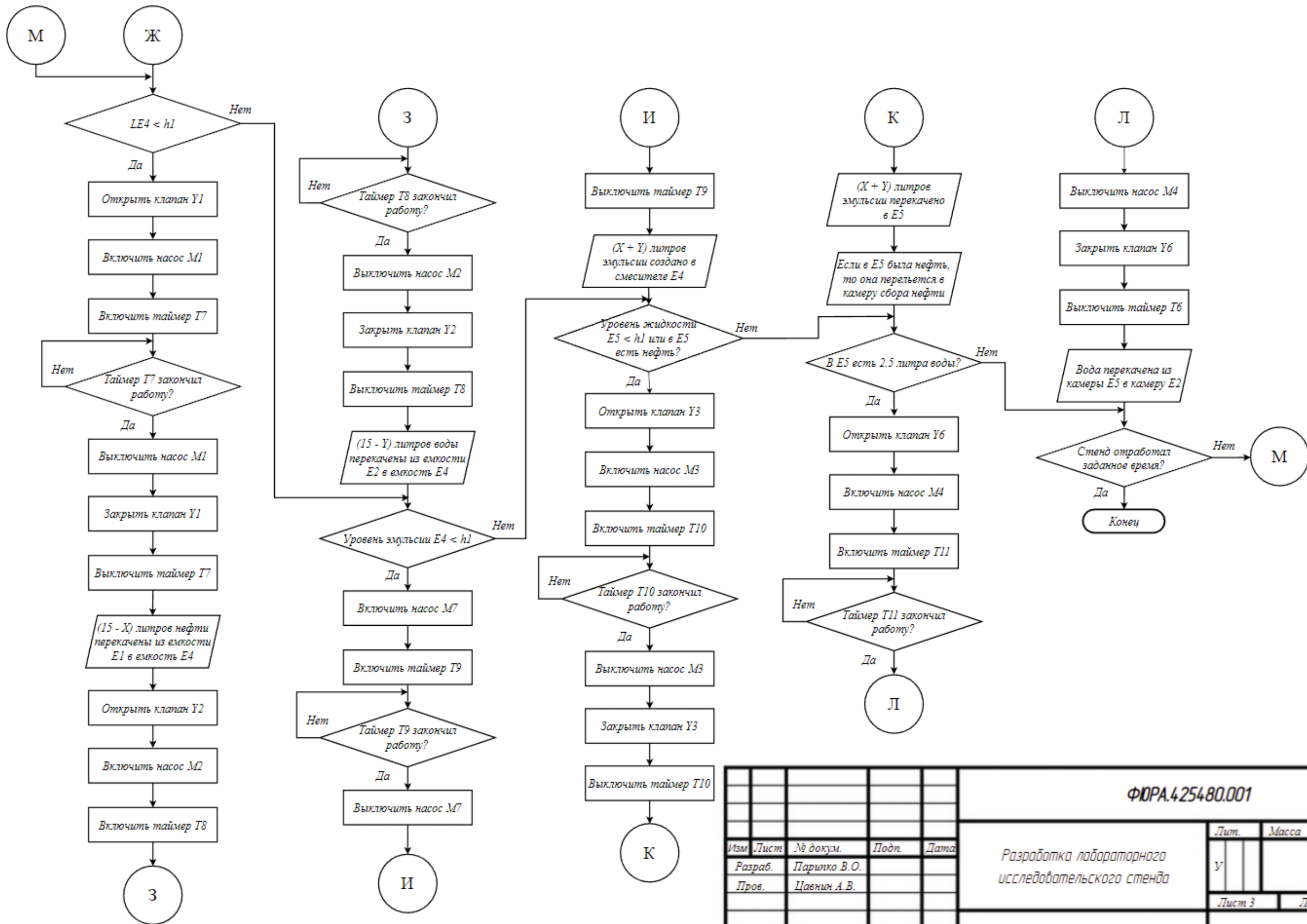
Алгоритм динамического режима

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист 1		Листов 3

ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92



					ФЮРА.4254.80.001			
					Разработка лабораторного исследовательского стенда	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		
	Разраб.	Паринко В.О.						
	Пров.	Цавнин А.В.				Лист 2	Листов 3	
					Алгоритм динамического режима	ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		
Уте.								



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Паринко В.О.			
Пров.	Цавнин А.В.			
Утв.				

Разработка лабораторного исследовательского стенда

Алгоритм динамического режима

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист 3		Листов 3
ТПУ ИШИТР ОАР зр.8Т92		

Приложение Е (обязательное)

Алгоритм технологического прогона

Листинг Е.1 – Алгоритм технологического прогона

```
1. IF Proverka_WORK THEN
2.     IF GVL.TEMP_Uroven_E3 <> 0 THEN
3.         IF GVL.Temp_Emulsion_E3 = 0 THEN
4.             IF GVL.Temp_Water_E3 <> 0
5.                 E3_TO_E2(Flag := TRUE);
6.                 Timers.Timer_Proverka_Water_E3_TO_E2_1(IN := TRUE, PT :=
7. Timers.Time_Proverka_Water_E3_TO_E2);
8.                 GVL.Step_Flag_Timers := 1;
9.                 IF Timers.Timer_Proverka_Water_E3_TO_E2_1.Q THEN
10.                    Timers.Timer_Proverka_Water_E3_TO_E2_1(IN := FALSE);
11.                    GVL.Step_Flag_Timers := 0;
12.                    E3_TO_E2(Flag := FALSE);
13.                    GVL.Flag_pereliv_E3_TO_E2 := TRUE;
14.                END_IF
15.            END_IF
16.            IF GVL.Temp_OIL_E3 <> 0 AND (GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR
17. GVL.Step_Flag_Timers = 2) THEN
18.                E3_TO_E1(Flag := TRUE);
19.                Timers.Timer_Proverka_OIL_E3_TO_E1_2(IN := TRUE, PT :=
20. Timers.Time_Proverka_OIL_E3_TO_E1);
21.                GVL.Step_Flag_Timers := 2;
22.                IF Timers.Timer_Proverka_OIL_E3_TO_E1_2.Q THEN
23.                    E3_TO_E1(Flag := FALSE);
24.                    Timers.Timer_Proverka_OIL_E3_TO_E1_2(IN := FALSE);
25.                    GVL.Step_Flag_Timers := 0;
26.                    GVL.Flag_pereliv_E3_TO_E1 := TRUE;
27.                END_IF
28.            END_IF
29.        END_IF
30.    END_IF
31.    IF GVL.TEMP_Uroven_E4 <> 0 AND (GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers =
32. 3) THEN
33.        E4_TO_E5(Flag := TRUE);
34.        Timers.Timer_Proverka_ALL_E4_TO_E5_3(IN := TRUE, PT :=
35. Timers.Time_Proverka_ALL_E4_TO_E5);
36.        GVL.Step_Flag_Timers := 3;
37.        IF Timers.Timer_Proverka_ALL_E4_TO_E5_3.Q THEN
38.            E4_TO_E5(Flag := FALSE);
39.            Timers.Timer_Proverka_ALL_E4_TO_E5_3(IN := FALSE);
40.            GVL.Step_Flag_Timers := 0;
41.            GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;
42.        END_IF
43.    END_IF
44.    IF GVL.TEMP_Uroven_E5 <> 0
45.        IF GVL.Temp_Emulsion_E5 <> 0 THEN
46.            E5_TO_E3(Flag := TRUE);
47.            Timers.Timer_Proverka_ALL_E5_TO_E3_4(IN := TRUE, PT :=
48. Timers.Time_Proverka_ALL_E5_TO_E3);
49.            GVL.Step_Flag_Timers := 4;
50.            IF Timers.Timer_Proverka_ALL_E5_TO_E3_4.Q THEN
51.                E5_TO_E3(Flag := FALSE);
52.                GVL.Step_Flag_Timers := 0;
53.                GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E3 := TRUE;
54.            END_IF
```

Продолжение листинга Е.1 – Алгоритм технологического прогона

```

55.     IF GVL.Temp_Emulsion_E5 = 0 THEN
56.         IF GVL.Temp_Water_E5 <> 0
57.             E5_TO_E2(Flag := TRUE);
58.             Timers.Timer_Proverka_Water_E5_TO_E2_5(IN := TRUE, PT
59. :=Timers.Time_Proverka_Water_E5_TO_E2);
60.             GVL.Step_Flag_Timers := 5;
61.             IF Timers.Timer_Proverka_Water_E5_TO_E2_5.Q THEN
62.                 E5_TO_E2(Flag := FALSE);
63.                 Timers.Timer_Proverka_Water_E5_TO_E2_5(IN := FALSE);
64.                 GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E2 := TRUE;
65.                 GVL.Step_Flag_Timers := 0;
66.             END_IF
67.         END_IF
68.         IF GVL.Temp_OIL_E5 <> 0 THEN
69.             E5_TO_E1(Flag := TRUE);
70.             Timers.Timer_Proverka_OIL_E5_TO_E1_6(IN := TRUE, PT :=
71. Timers.Time_Proverka_OIL_E5_TO_E1);
72.             GVL.Step_Flag_Timers := 6;
73.             IF Timers.Timer_Proverka_OIL_E5_TO_E1_6.Q THEN
74.                 E5_TO_E1(Flag := FALSE);
75.                 Timers.Timer_Proverka_OIL_E5_TO_E1_6(IN := FALSE);
76.                 GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E1 := TRUE;
77.                 GVL.Step_Flag_Timers := 0;
78.             END_IF
79.         END_IF
80.     END_IF
81. END_IF
82. Proverka_Urovnei();
83. IF GVL.TEMP_Uroven_E3 <> 0 AND GVL.Step_Flag_Timers = 0 THEN
84.     RETURN;
85. ELSE IF GVL.TEMP_Uroven_E3 <= 0 AND GVL.Step_Flag_Timers = 0 THEN
86.     Proverka_WORK := FALSE;
87. END_IF
88. END_IF
89. END_IF
90. IF Proverka_WORK = FALSE THEN
91.     IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 7 THEN
92.         E1_TO_E4(Flag := TRUE);
93.         Timers.Timer_Progon_OIL_E1_TO_E4_7(IN := TRUE, PT :=
94. Timers.Time_Progon_OIL_E1_TO_E4);
95.         GVL.Step_Flag_Timers := 7;
96.         IF Timers.Timer_Progon_OIL_E1_TO_E4_7.Q THEN
97.             E1_TO_E4(Flag := FALSE);
98.             Timers.Timer_Progon_OIL_E1_TO_E4_7(IN := FALSE);
99.             GVL.Flag_pereliv_E1_TO_E4 := TRUE;
100.            GVL.Step_Flag_Timers := 0;
101.        END_IF
102.    END_IF
103.    IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 8 THEN
104.        E2_TO_E4(Flag := TRUE);
105.        Timers.Timer_Progon_Water_E2_TO_E4_8(IN := TRUE, PT :=
106. Timers.Time_Progon_Water_E2_TO_E4);
107.        GVL.Step_Flag_Timers := 8;
108.        IF Timers.Timer_Progon_Water_E2_TO_E4_8.Q THEN
109.            E2_TO_E4(Flag := FALSE);
110.            Timers.Timer_Progon_Water_E2_TO_E4_8(IN := FALSE);
111.            GVL.Flag_pereliv_E2_TO_E4 := TRUE;
112.            GVL.Step_Flag_Timers := 0;
113.        END_IF
114.    END_IF
115.    IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 9 THEN

```

Продолжение листинга Е.1 – Алгоритм технологического прогона

116.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_IN_E4_9(IN	:=	TRUE,	PT	:=
117.	Timers.Time_Progon_Emulsion_IN_E4);				
118.	GVL.Step_Flag_Timers := 9;				
119.	IF Timers.Timer_Progon_Emulsion_IN_E4_9.Q THEN				
120.	Motor7_DO := FALSE;				
121.	Create_Emulsion_IN_E4());				
122.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_IN_E4_9(IN := FALSE);				
123.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;				
124.	END_IF				
125.	END_IF				
126.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 10 THEN				
127.	E4_TO_E5(Flag := TRUE);				
128.	Timers.Timer_Progon_ALL_E4_TO_E5_10(IN	:=	TRUE,	PT	:=
129.	Timers.Time_Progon_ALL_E4_TO_E5);				
130.	GVL.Step_Flag_Timers := 10;				
131.	IF Timers.Timer_Progon_ALL_E4_TO_E5_10.Q THEN				
132.	E4_TO_E5(Flag := FALSE);				
133.	Timers.Timer_Progon_ALL_E4_TO_E5_10(IN := FALSE);				
134.	GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;				
135.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;				
136.	END_IF				
137.	END_IF				
138.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 11 THEN				
139.	E5_TO_E1(Flag := TRUE);				
140.	Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E1_11(IN	:=	TRUE,	PT	:=
141.	Timers.Time_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E1);				
142.	GVL.Step_Flag_Timers := 11;				
143.	IF Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E1_11.Q THEN				
144.	E5_TO_E1(Flag := FALSE);				
145.	Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E1_11(IN := FALSE);				
146.	GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E1 := TRUE;				
147.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;				
148.	END_IF				
149.	END_IF				
150.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 12 THEN				
151.	E5_TO_E2(Flag := TRUE);				
152.	Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E2_12(IN	:=	TRUE,	PT	:=
153.	Timers.Time_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E2);				
154.	GVL.Step_Flag_Timers := 12;				
155.	IF Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E2_12.Q THEN				
156.	E5_TO_E2(Flag := FALSE);				
157.	Timers.Timer_Progon_5_Emulsion_E5_TO_E2_12(IN := FALSE);				
158.	GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E2 := TRUE;				
159.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;				
160.	END_IF				
161.	END_IF				
162.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 13 THEN				
163.	E5_TO_E3(Flag := TRUE);				
164.	Timers.Timer_Progon_ALL_Emulsion_E5_TO_E3_13(IN	:=	TRUE,	PT	:=
165.	Timers.Time_Progon_ALL_Emulsion_E5_TO_E3);				
166.	GVL.Step_Flag_Timers := 13;				
167.	IF Timers.Timer_Progon_ALL_Emulsion_E5_TO_E3_13.Q THEN				
168.	E5_TO_E3(Flag := FALSE);				
169.	Timers.Timer_Progon_ALL_Emulsion_E5_TO_E3_13(IN := FALSE);				
170.	GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E3 := TRUE;				
171.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;				
172.	END_IF				
173.	END_IF				
174.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 14 THEN				
175.					
176.					
177.					

Продолжение листинга Е.1 – Алгоритм технологического прогона

178.	IF Timers.Timer_Progon_ALL_Emulsion_E5Sbor_TO_E3_14.Q THEN
179.	E5Sbor_TO_E3(Flag := FALSE);
180.	Timers.Timer_Progon_ALL_Emulsion_E5Sbor_TO_E3_14(IN := FALSE);
181.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;
182.	GVL.Flag_pereliv_E5Sbor_TO_E3 := TRUE;
183.	END_IF
184.	END_IF
185.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 15 THEN
186.	GVL.Step_Flag_Timers := 15;
187.	E1_TO_E4(Flag := TRUE);
188.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E1_TO_E4_15(IN := TRUE, PT :=
189.	Timers.Time_Progon_Emulsion_5_E1_TO_E4);
190.	IF Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E1_TO_E4_15.Q THEN
191.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;
192.	E1_TO_E4(Flag := FALSE);
193.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E1_TO_E4_15(IN := FALSE);
194.	GVL.Flag_pereliv_E1_TO_E4 := TRUE;
195.	END_IF
196.	END_IF
197.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 16 THEN
198.	GVL.Step_Flag_Timers := 16;
199.	E2_TO_E4(Flag := TRUE);
200.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E2_TO_E4_16(IN := TRUE, PT :=
201.	Timers.Time_Progon_Emulsion_5_E2_TO_E4);
202.	IF Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E2_TO_E4_16.Q THEN
203.	E2_TO_E4(Flag := FALSE);
204.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;
205.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_5_E2_TO_E4_16(IN := FALSE);
206.	GVL.Flag_pereliv_E2_TO_E4 := TRUE;
207.	END_IF
208.	END_IF
209.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 17 THEN
210.	GVL.Step_Flag_Timers := 17;
211.	E4_TO_E5(Flag := TRUE);
212.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E4_TO_E5_17(IN := TRUE, PT :=
213.	Timers.Time_Progon_Emulsion_10_E4_TO_E5);
214.	IF Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E4_TO_E5_17.Q THEN
215.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E4_TO_E5_17(IN := FALSE);
216.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;
217.	GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;
218.	E4_TO_E5(Flag := FALSE);
219.	END_IF
220.	END_IF
221.	IF GVL.Step_Flag_Timers = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers = 18 THEN
222.	GVL.Step_Flag_Timers := 18;
223.	E5_TO_E3(Flag := TRUE);
224.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E5_TO_E3_18(IN := TRUE, PT :=
225.	Timers.Time_Progon_Emulsion_10_E5_TO_E3);
226.	IF Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E5_TO_E3_18.Q THEN
227.	GVL.Step_Flag_Timers := 0;
228.	E5_TO_E3(Flag := FALSE);
229.	Timers.Timer_Progon_Emulsion_10_E5_TO_E3_18(IN := FALSE);
230.	GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E3 := TRUE;
231.	GVL.Flag_Stop := TRUE;
232.	END_IF
233.	END_IF
234.	END_IF

Приложение Ж

(обязательное)

Алгоритм статического режима

Листинг Ж.1 – Алгоритм статического режима

```
1. IF Proverka_pered_zapuskom.Proverka_Work = FALSE THEN
2.     IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0) THEN
3.         E1_TO_E4(Flag := TRUE);
4.         GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 7;
5.         Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7(IN := TRUE, PT :=
6. Timers.Time_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7);
7.         IF Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7.Q THEN
8.             Timers.Timer_StaticMode_Oil_E1_TO_E4_7(IN := FALSE);
9.             E1_TO_E4(Flag := FALSE);
10.            GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
11.            GVL.Flag_pereliv_E1_TO_E4 := TRUE;
12.        END_IF
13.    END_IF
14.    IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0) THEN
15.        E2_TO_E4(Flag := TRUE);
16.        GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 8;
17.        Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8(IN := TRUE, PT :=
18. Timers.Time_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8);
19.        IF Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8.Q THEN
20.            Timers.Timer_StaticMode_Water_E2_TO_E4_8(IN := FALSE);
21.            E2_TO_E4(Flag := FALSE);
22.            GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
23.            GVL.Flag_pereliv_E2_TO_E4 := TRUE;
24.        END_IF
25.    END_IF
26.    IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0) THEN
27.        GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 9;
28.        Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9(IN := TRUE, PT :=
29. Timers.Time_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9);
30.        Motor7_DO := TRUE;
31.        IF Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9.Q THEN
32.            Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_IN_E4_9(IN := FALSE);
33.            GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
34.            Motor7_DO := FALSE;
35.            Create_Emulsion_IN_E4();
36.        END_IF
37.    END_IF
38.    IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0) THEN
39.        GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 10;
40.        E4_TO_E5(Flag := TRUE);
41.        Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10(IN := TRUE, PT :=
42. Timers.Time_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10);
43.        IF Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10.Q THEN
44.            Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E4_TO_E5_10(IN := FALSE);
45.            GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
46.            E4_TO_E5(Flag := FALSE);
47.            GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;
48.        END_IF
49.    END_IF
50.    IF (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0) THEN
51.        GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 11;
52.        Timers.Timer_StaticMode_Destruction_Emulsion_IN_E5_11(IN := TRUE, PT :=
53. Timers.Time_StaticMode_Destruction_Emulsion_IN_E5_11);
54.        Timer_Separation(IN := TRUE, PT := Time_Separation);
55.        Flag_Destruction := TRUE;
56.        Destruction_Emulsion_IN_E5(Flag_Part := TRUE, Flag_Work := TRUE,
```

Продолжение листинга Ж.1 – Алгоритм статического режима

```

57.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
58.          Timers.Timer_StaticMode_Destruction_Emulsion_IN_E5_11(IN      :=
59. FALSE);
60.          Timer_Separation(IN := FALSE);
61.          GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 := TRUE;
62.          Destruction_Emulsion_IN_E5();
63.          Flag_Next := TRUE;
64.          END_IF
65.          END_IF
66.          IF (GVL.Temp_Water_E5 <> 0 AND GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 = FALSE)
67. AND (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 13) AND
68. Flag_Next = TRUE THEN
69.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 13;
70.          E5_TO_E2(Flag := TRUE);
71.          Timers.Timer_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13(IN      :=  TRUE,  PT      :=
72. Timers.Time_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13);
73.          IF Timers.Timer_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13.Q THEN
74.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
75.          E5_TO_E2(Flag := FALSE);
76.          Timers.Timer_StaticMode_Water_E5_TO_E2_13(IN := FALSE);
77.          GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E2 := TRUE;
78.          END_IF
79.          END_IF
80.          IF (GVL.Temp_Emulsion_E5 <> 0 AND GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 =
81. FALSE) AND (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 12)
82. THEN
83.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 12;
84.          E5_TO_E3(Flag := TRUE);
85.          Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12(IN :=  TRUE,  PT      :=
86. Timers.Time_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12);
87.          IF Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12.Q THEN
88.          Timers.Timer_StaticMode_Emulsion_E5_TO_E3_12(IN := FALSE);
89.          E5_TO_E3(Flag := FALSE);
90.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
91.          GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E3 := TRUE;
92.          Flag_Next := FALSE;
93.          END_IF
94.          END_IF
95.          IF (GVL.Temp_OIL_E5 <> 0 AND GVL.Flag_destruction_Emulsion_IN_E5 = FALSE)
96. AND (GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 0 OR GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode = 14) THEN
97.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 14;
98.          E5_TO_E1(Flag := TRUE);
99.          Timers.Timer_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14(IN      :=  TRUE,  PT      :=
100. Timers.Time_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14);
101.          IF Timers.Timer_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14.Q THEN
102.          GVL.Step_Flag_Timers_Static_Mode := 0;
103.          E5_TO_E1(Flag := FALSE);
104.          Timers.Timer_StaticMode_Oil_E5_TO_E1_14(IN := FALSE);
105.          GVL.Flag_pereliv_E5_TO_E1 := TRUE;
106.          GVL.Flag_Stop := TRUE;
107.          END_IF
108.          END_IF
109.          END_IF

```

Приложение 3

(обязательное)

Алгоритм динамического режима

Листинг 3.1 – Алгоритм динамического режима

```
1. IF Proverka_pered_zapuskom.Proverka_Work = FALSE AND Flag_Final_Part = FALSE THEN
2.     GVL.Flag_SwitchWork := TRUE;
3.     IF Flag_Work_OFF_Time_Work THEN
4.         Timer_Work(IN := TRUE, PT := Time_Work);
5.     END_IF
6.     IF ((GVL.Temp_Water_E4 + GVL.Temp_OIL_E4) <= h1 THEN
7.         IF Working_Condition_E1_TO_E4.Flag THEN
8.             E1_TO_E4(Flag := TRUE);
9.             GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E1_TO_E4 := TRUE;
10.            Part_Oil_E1_TO_E4(Volume_NEED := Volume_Oil, Times :=
11. Timers.Time_DynamicMode_Oil_E1_TO_E4, Volume_Fact := GVL.Temp_OIL_E4, Flag := TRUE,
12. Volume_Pered := GVL.Temp_OIL_E1);
13.            Timers.Timer_DynamicMode_Oil_E1_TO_E4(IN := TRUE, PT :=
14. Part_Oil_E1_TO_E4.Times_OUT);
15.            Pereliv_E1_TO_E4(Volume_OIL := Part_Oil_E1_TO_E4.Volume_OUT,
16. Times := Part_Oil_E1_TO_E4.Times_OUT);
17.            Working_Condition_ALL();
18.        END_IF
19.        IF Timers.Timer_DynamicMode_Oil_E1_TO_E4.Q THEN
20.            Part_Oil_E1_TO_E4(Flag := FALSE);
21.            GVL.Flag_pereliv_E1_TO_E4 := TRUE;
22.            Pereliv_E1_TO_E4();
23.            E1_TO_E4(Flag := FALSE);
24.            Timers.Timer_DynamicMode_Oil_E1_TO_E4(IN := FALSE);
25.            GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E1_TO_E4 := FALSE;
26.            Working_Condition_ALL();
27.        END_IF
28.        IF Working_Condition_E2_TO_E4.Flag THEN
29.            E2_TO_E4(Flag := TRUE);
30.            GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E2_TO_E4 := TRUE;
31.            Part_Water_E2_TO_E4(Volume_NEED := Volume_Water, Times :=
32. Timers.Time_DynamicMode_Water_E2_TO_E4, Volume_Fact := GVL.Temp_Water_E4, Flag := TRUE,
33. Volume_Pered := GVL.Temp_Water_E2);
34.            Timers.Timer_DynamicMode_Water_E2_TO_E4(IN := TRUE, PT :=
35. Part_Water_E2_TO_E4.Times_OUT);
36.            Pereliv_E2_TO_E4(Volume_Water :=
37. Part_Water_E2_TO_E4.Volume_OUT, Times := Part_Water_E2_TO_E4.Times_OUT);
38.            Working_Condition_ALL();
39.        END_IF
40.        IF Timers.Timer_DynamicMode_Water_E2_TO_E4.Q THEN
41.            Part_Water_E2_TO_E4(Flag := FALSE);
42.            GVL.Flag_pereliv_E2_TO_E4 := TRUE;
43.            Pereliv_E2_TO_E4();
44.            E2_TO_E4(Flag := FALSE);
45.            Timers.Timer_DynamicMode_Water_E2_TO_E4(IN := FALSE);
46.            GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E2_TO_E4 := FALSE;
47.            Working_Condition_ALL();
48.        END_IF
49.        IF Working_Condition_Create_Emulsion.Flag THEN
50.            Timers.Timer_DynamicMode_Create_Emulsion_IN_E4(IN := TRUE, PT :=
51. Timers.Time_DynamicMode_Create_Emulsion_IN_E4);
52.            Motor7_DO := TRUE;
53.            GVL.Flag_Create_Emulsion_DynamicMode := TRUE;
54.            Working_Condition_ALL();
55.            IF Timers.Timer_DynamicMode_Create_Emulsion_IN_E4.Q THEN
56.                Timers.Timer_DynamicMode_Create_Emulsion_IN_E4
```


Продолжение листинга 3.1 – Алгоритм динамического режима

```

57.         GVL.Flag_Create_Emulsion_DynamicMode := FALSE;
58.         Working_Condition_ALL();
59.         END_IF
60.     END_IF
61. END_IF
62. IF Working_Condition_E4_TO_E5.Flag THEN
63.     IF (GVL.Temp_Emulsion_E5 + GVL.Temp_OIL_E5 + GVL.Temp_Water_E5 < h1
64. OR Timers.Timer_DynamicMode_Emulsion_E4_TO_E5_270.IN OR GVL.Temp_OIL_E5 > 0.5) THEN
65.         E4_TO_E5(Flag := TRUE);
66.         GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E4_TO_E5 := TRUE;
67.         IF GVL.Temp_OIL_E5 < 0.5 THEN
68.             Part_Emulsion_E4_TO_E5(Volume_NEED := h1, Volume_Fact
69. := GVL.Temp_Water_E5 + GVL.Temp_OIL_E5 + GVL.Temp_Emulsion_E5, Times :=
70. Timers.Time_DynamicMode_Emulsion_E4_TO_E5_270, Flag := TRUE, Volume_Pered :=
71. GVL.Temp_Emulsion_E4);
72.         END_IF
73.         Timers.Timer_DynamicMode_Emulsion_E4_TO_E5_270(IN := TRUE,
74. PT := Part_Emulsion_E4_TO_E5.Times_OUT);
75.         Pereliv_E4_TO_E5(Volume_Emulsion :=
76. Part_Emulsion_E4_TO_E5.Volume_OUT, Times := Part_Emulsion_E4_TO_E5.Times_OUT);
77.         IF Timers.Timer_DynamicMode_Emulsion_E4_TO_E5_270.Q THEN
78.             Part_Emulsion_E4_TO_E5(Flag := FALSE);
79.             GVL.Flag_pereliv_E4_TO_E5 := TRUE;
80.             Pereliv_E4_TO_E5();
81.             E4_TO_E5(Flag := FALSE);
82.             Timers.Timer_DynamicMode_Emulsion_E4_TO_E5_270(IN :=
83. FALSE);
84.             GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E4_TO_E5 := FALSE;
85.             Working_Condition_ALL();
86.         END_IF
87.     END_IF
88. END_IF
89. IF GVL.Temp_Emulsion_E5 > 6 THEN
90.     GVL.Flag_Destruction_DynamicMode := TRUE;
91.     Destruction_Emulsion_IN_E5(Time_Separation :=
92. Timers.Time_DynamicMode_Destruction_Emulsion_IN_E5, Flag_Work := TRUE, Flag_Part := TRUE,
93. Emulsion := GVL.Temp_Emulsion_E5, Volume_Water := Volume_Water, Volume_Oil := Volume_Oil);
94.     END_IF
95.     IF GVL.Temp_Emulsion_E5 <= 0 THEN
96.         GVL.Flag_Destruction_DynamicMode := FALSE;
97.         Destruction_Emulsion_IN_E5(Time_Separation :=
98. Timers.Time_DynamicMode_Destruction_Emulsion_IN_E5, Flag_Work := FALSE, Flag_Part := FALSE,
99. Emulsion := GVL.Temp_Emulsion_E5, Volume_Water := Volume_Water, Volume_Oil := Volume_Oil);
100.     END_IF
101.     IF Working_Condition_E5_TO_E2.Flag THEN
102.         E5_TO_E2(Flag := TRUE);
103.         GVL.Flag_pereliv_DynamicMode_E5_TO_E2 := TRUE;
104.         Part_Water_E5_TO_E2(Volume_NEED := GVL.Temp_Water_E5, Volume_Fact
105. := GVL.Temp_Water_E2, Volume_Pered := GVL.Temp_Water_E5, Flag := TRUE, Times :=
106. Timers.Time_DynamicMode_Water_E5_TO_E2);
107.         Timers.Timer_DynamicMode_Water_E5_TO_E2(IN := TRUE, PT :=
108. Part_Water_E5_TO_E2.Times_OUT);
109.         Working_Condition_ALL();
110.         IF Timers.Timer_DynamicMode_Water_E5_TO_E2.Q THEN
111.             Part_Water_E5_TO_E2(Flag := FALSE);
112.         END_IF
113.     END_IF
114. END_IF
115. END_IF

```