

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка программного обеспечения на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса

УДК 004.415.2:004.42:004.942:658.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна		10.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		10.06.2022

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		10.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		10.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			10.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		10.06.2022

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 воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.
УК(У)-7	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
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.
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,

Код компетенции	Наименование компетенции
	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 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.

Код компетенции	Наименование компетенции
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 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

Код компетенции	Наименование компетенции
	литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна

Тема работы:

Разработка программного обеспечения на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№47-13 от 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования в данной работе является программное обеспечение на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса.
---	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	– Обзор и анализ диаграммы Ганта и автоматных моделей управления для технологических процессов; – Исследование существующих решений для построения диаграммы Ганта; – Расчет времени для технологического процесса – объекта исследования; – Построение модели системы на основе конечного автомата для технологического процесса в среде MATLAB Simulink; – Разработка приложения для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer и его применение для решения задачи оптимизации технологического процесса. – Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность; – Социальная ответственность.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	– Структурная схема алгоритма работы ПО – Модель ТП в среде MATLAB Simulink – Блок-схема алгоритма работы модели – Матрица SWOT – Презентация Microsoft PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	Криницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Проектирование и разработка	Цавнин Алексей Владимирович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02.2022
--	-------------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		16.02.2022
Ассистент ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		16.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна		16.02.2022

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

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

Уровень образования – Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения – Весенний семестр 2021 /2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2022
--	------------

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		16.02.2022

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н., доцент		16.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	к.т.н., доцент		16.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т8Б		Сапрыкина Милена Петровна	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Разработка программного обеспечения на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.	Объект исследования – программное обеспечение на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса; Область применения – нефтегазовая промышленность; Рабочая зона – аудитория 112Б учебного корпуса 10 ТПУ; Размеры помещения – 5*6 м.; Количество и наименование оборудования рабочей зоны – ПК (1 шт.). Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне – разработка программного обеспечения на базе Matlab для автоматизированного построения диаграммы Ганта для эффективного метода решения задачи планирования производственных процессов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. От 25.02.2022); – ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; – ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком; – ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009 Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплей.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Анализ выявленных вредных факторов: – Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения; – Перенапряжение зрительного анализатора; – Статические перегрузки, связанные с рабочей позой; – Повышенный уровень ультрафиолетового излучения; – Отклонение показателей микроклимата; – Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума. Анализ выявленных опасных факторов: – Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей

	электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий. Средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: – Средства защиты от поражения электрическим током: предохранительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, устройства автоматического отключения. – Средства нормализации освещения рабочего места: осветительные приборы, источники света; – Средства нормализации воздушной среды рабочего места: устройства для кондиционирования воздуха, отопления; – Средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха, температурных перепадов: устройства для обогрева и охлаждения.
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на литосферу: образование отходов при выходе из строя ПК. Воздействие объекта на селитебную зону, атмосферу и гидросферу не происходит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: Природного характера – землетрясение; Техногенного характера – пожар (возгорание). Наиболее типичная ЧС: пожар.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
16.02.2022	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		16.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна		16.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
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	Бюджет проекта – не более 329 879 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 142 919 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент накладных расходов – 0,16.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Размер страховых взносов – 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы – 0,12. Районный коэффициент – 1,3 (для Томска); Коэффициент доплат и надбавок – 0,2.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Определение потенциальных потребителей; 2. Анализ технических конкурентных решений; 3. SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей; 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3. Расчет общего бюджета проектного решения.
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. Определение интегрального финансового показателя разработки; 2. Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки; 3. Определение интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- Оценка конкурентоспособности технических решений
- Матрица SWOT
- Альтернативы проведения НИ
- График проведения и бюджет НИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		16.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Сапрыкина Милена Петровна		16.02.2022

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 86 страниц, 9 рисунков, 29 таблиц и приложение на 9 листах, список использованных источников насчитывает 18 наименований.

Ключевые слова: ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА, ДИАГРАММА ГАНТА, КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ, ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, MATLAB.

Цель работы – разработка программного обеспечения для построения диаграммы Ганта, которое будет экономить время и ресурсы для планирования технологического процесса.

В ходе проведения работы был проведен обзор и анализ диаграммы Ганта и автоматных моделей управления для технологических процессов и исследованы существующие решения для построения диаграммы Ганта. Было проведено исследование технологического процесса и рассчитаны его временные параметры. На их основе была построена модель системы с использованием конечного автомата Stateflow для технологического процесса в среде MATLAB Simulink. Разработано приложение для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer и применено для решения задачи оптимизации технологического процесса.

Разработанный программное обеспечение является основой для будущего внедрения более совершенных и сложных алгоритмов оптимизации и планирования любых производственных процессов.

В будущем планируется продолжение работы по данной тематике, расширение функционала, доработка и внедрение в другие виды процессов.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе использовались следующие термины и соответствующие определения:

ERP (Enterprise Resource Planning) – система планирования ресурсами предприятия, предназначенная для решения задач контроля и управления трудовыми ресурсами и финансами предприятия.

MES (Manufacturing Execution System) – система управления производством, предназначенная для решения задач оперативного планирования и управления производством.

APS (Advanced Planning and Scheduling) – система синхронного планирования производства, которая ориентирована на интеграцию планирования звеньев цепочки поставок с учетом всех факторов и деталей производства.

Технологическая схема производства – описание определенной последовательности технологических процессов соответствующих им аппаратов от превращения сырья до готовой продукции.

Также в данной работе были использованы следующие сокращения:

ТП – технологический процесс;

ПО – программное обеспечение.

Оглавление

Введение	17
1 Анализ и обзор литературных источников	19
1.1 Применение диаграммы Ганта для технологических процессов	19
1.2 Автоматные модели и их использование в системах управления технологическими процессами	21
2 Обзор существующих решений для построения диаграммы Ганта	23
2.1 GanttPro.....	23
2.2 Microsoft Project.....	24
2.3 Microsoft Excel	25
3 Описание технологического процесса.....	26
4 Расчет временных параметров технологического процесса	28
5 Описание программного обеспечения	31
6 Построение модели технологического процесса в среде MATLAB Simulink	33
7 Разработка программы для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer.....	37
8 Применение разработанного ПО для решения задачи оптимизации технологического процесса	40
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	43
9.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	43
9.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	44

9.1.2 Анализ конкурентных технических решений	44
9.1.3 SWOT анализ	45
9.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	47
9.3 Планирование научно-исследовательских работ	47
9.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	47
9.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	48
9.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	49
9.3.4 Бюджет научно-технического исследования	52
9.3.4.1 Расчет материальных затрат	52
9.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	52
9.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	52
9.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	54
9.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды	54
9.3.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки	55
9.3.4.7 Накладные расходы	55
9.3.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	56
9.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	56
Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
10 Социальная ответственность	60
10.1 Правовые и организационные вопросы	

обеспечения безопасности	60
10.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	61
10.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	61
10.2 Производственная безопасность	62
10.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	64
10.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата	64
10.2.1.2 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	66
10.2.1.3 Перенапряжение зрительного анализатора.....	67
10.2.1.4 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	68
10.2.1.5 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой.....	69
10.2.1.6 Повышенный уровень ультрафиолетового излучения.....	69
10.2.1.7 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	70
10.2 Экологическая безопасность.....	71
10.3 Воздействие на литосферу	71
Вывод по разделу социальная ответственность	74
Заключение.....	75
Список использованных источников.....	76
Приложение А.....	78
Приложение Б.....	79

Введение

В современных производственных системах в вопросах оптимизации загрузки технологического оборудования и сокращения времени изготовления продукции ключевую роль играет система планирования. Мощность и стабильность производства во многом определяются решениями, применяемыми на этапах создания производственных расписаний и оперативного управления. Эффективное планирование позволяет предприятиям экономить время и ресурсы на производство продукции, оперативно реагировать на изменение рыночного спроса.

На многих отечественных промышленных предприятиях уже внедрены системы планирования MES, APS и ERP. Но выполнением задач планирования занимаются специально обученные менеджеры, что не исключает наличие человеческого фактора и может быть весьма затратно для производства, где нет специального проектного менеджера.

В качестве эффективного метода решения данных производственных проблем используются программные средства, обеспечивающие быстрый и точный сбор информации, а также выполнение прогнозирующих действий. Такие программы на основе заданных параметров быстро анализируют большой объем данных и выдают более точный результат.

Для решения задач планирования расписания работы технологического оборудования строится диаграмма Ганта, при которой расписание указанного производства приобретает наиболее наглядный вид.

Сегодня на рынке представлено множество программных обеспечений для построения диаграммы Ганта, однако они не способны полностью интегрироваться в производство ввиду ограниченного функционала.

В связи с вышесказанным разработка автоматизированных программных средств для планирования производственных процессов является актуальной задачей.

Целью данной выпускной квалифицированной работы является

разработка программного обеспечения для построения диаграммы Ганта, которое будет экономить время и ресурсы для планирования технологического процесса.

Задачи для реализации цели данной работы представлены следующими пунктами:

- Провести обзор и анализ диаграммы Ганта и автоматных моделей управления для технологических процессов;
- Исследовать существующие решения для построения диаграммы Ганта;
- Исследовать технологический процесс и рассчитать его временные характеристики;
- Описать назначение, требования и структуру разрабатываемого ПО;
- Построить модель системы на основе конечного автомата для технологического процесса в среде MATLAB Simulink;
- Разработать приложение для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer;
- Применить разработанное ПО для решения задачи оптимизации технологического процесса.

1 Анализ и обзор литературных источников

Для планирования производственных процессов применяются программные продукты, обеспечивающие представление планов в различных графических формах – диаграммы Ганта, сетевые и другие графики. Чаще всего для представления графиков производственных работ используются диаграммы Ганта. Для управления технологическим оборудованием на производстве используются системы автоматического управления на основе автоматного моделирования.

На первом этапе разработки исследуем применение диаграммы Ганта для технологических процессов и использование автоматных моделей в системах управления технологическими процессами.

1.1 Применение диаграммы Ганта для технологических процессов

Диаграмма Ганта была разработана как способ демонстрации графика выполнения процессов. Столбчатые диаграммы стали важной составляющей частью в планировании производства, с помощью них можно отследить начало и конец производственного процесса во времени, наряду с каждой задачей, которая должна быть выполнена в то или иное время.

Принципы, на которых основан диаграммный метод:

- 1) Любую работу можно оценить по времени, затраченному на ее выполнение.
- 2) Пространство, представляющее время на диаграмме, должно соответствовать объему работ, выполненному в это время.

При диаграммном методе становится возможным графическое представление любых видов работы, общей мерой которых является время.

Таким образом, многие стадии процесса, которые зависят от предыдущих, отображены на диаграмме и помогают наблюдать эти зависимости, и, как следствие, планировать ход работы процесса с их учетом.

Для построения диаграммы какого-либо процесса необходимо:

- определить список всех стадий, входящих в процесс;
- определить время на выполнение каждой стадии.

Диаграмма Ганта состоит из отрезков, размещенных на горизонтальной

шкале времени. Каждый отрезок соответствует отдельной задаче или стадии. Стадии, составляющие план, размещаются по вертикали. Начало, конец и длина отрезка на шкале времени соответствуют началу, концу и длительности стадии (рисунок 1).

Некоторые диаграммы Ганта имеют возможность показывать зависимости между стадиями. Диаграмму можно использовать для представления текущего состояния выполнения стадий: часть прямоугольника, соответствующая стадии, заштрихована, что указывает на процент выполнения стадии; отображается вертикальная линия, соответствующая моменту «сегодня».

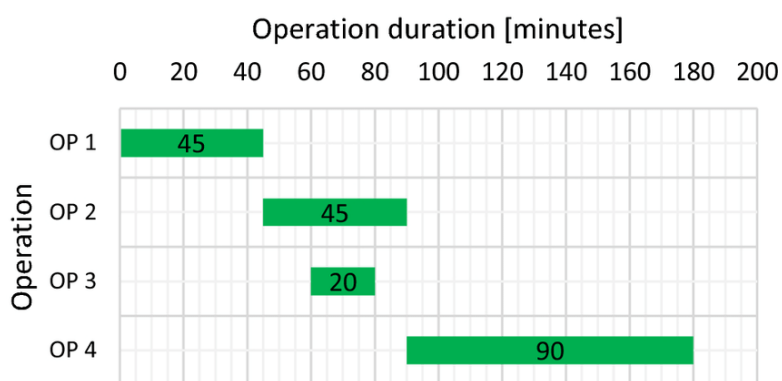


Рисунок 1 – Пример диаграммы Ганта процесса

Если проанализировать преимущества диаграммы Ганта, то в первую очередь необходимо выделить эффективность организации процессов и проектов [1]. Чтобы успешно применить диаграмму Ганта, необходимо сначала определить элементы и стадии процесса или проекта. Далее необходимо определить важнейшие стадии и разбить их на группы и подстадии. Таким образом, можно точно оценить эффективность работы участников проекта и устанавливать точные сроки выполнения стадий.

Диаграмма Ганта устанавливает временные рамки производственных процессов, тем самым облегчая процесс планирования. Поскольку многие стадии процессов часто зависят друг от друга, может быть сложно определить, сколько времени нужно потратить на стадию, когда именно ее нужно начать и к какому времени закончить. Столбцы на диаграммах Ганта используются в качестве индикатора количества времени, необходимого для выполнения стадии. В итоге

получается более обширная и подробная картина всего процесса и его временных рамок.

Диаграмма Ганта имеет достаточно высокую степень наглядности. Она отображает все компоненты процесса, что позволяет пользователям легко определять следующие задачи для выполнения процесса.

Диаграммы Ганта также объясняют требования к процессам и командам. На них показаны основные стадии процессов, могут быть выделены ключевые стадии, если производственный процесс планируется на длительный срок. Каждый член команды или отдела наглядно видит, за что он отвечает и в какие сроки должна быть выполнена та или иная стадия процесса, а руководство видит на какой стадии находится процесс.

Также следует отметить, что на диаграммах Ганта все группы находятся на одной странице. Создавая графики процессов с использованием диаграммы Ганта, менеджеры могут создавать группы участников процесса на едином графике, а также ставить стадии для разных групп, при этом контролируя их всех сразу. Также можно быстро изменять и обновлять информацию, чтобы каждый участник знал о вносимых изменениях.

Из недостатков данной диаграммы следует отметить ее громоздкость при выполнении проектов с большим количеством информации. Она показывает общую картину производственных процессов, но ориентироваться в диаграмме будет трудно. Для решения этой задачи можно разбить большие диаграммы на несколько более мелких по стадиям производства и выделить обобщающую сводную диаграмму производства.

1.2 Автоматные модели и их использование в системах управления технологическими процессами

При построении модели автоматизированных систем управления используются управляющие автоматы. Предпосылкой создания управляющих автоматов была необходимость проектирования и реализации систем со сложным поведением.

Автомат можно рассматривать как некоторое устройство, на которое

подаются входные сигналы и снимаются выходные сигналы, и которое может иметь некоторые внутренние состояния. Автомат перерабатывает дискретную информацию и меняет свои внутренние состояния в допустимые моменты времени.

Автоматный подход обеспечивает создание управляющего автомата в строгом соответствии с техническим заданием, точную документацию разработки, значительно упрощает отладку и сопровождение проекта.

Применение конечного автомата при реализации визуальной части проекта упрощает моделирование сложных систем, не требует расчета математических моделей. Сложность этого подхода заключается только в правильной передаче значений и реализации выходных воздействий из автомата.

Конечный автомат – это система с дискретным временем и определенным в ней набором состояний, входным и выходным алфавитом (конечным набором допустимых входных и выходных символов) и правилами формирования переходов и выходных сообщений [2]. Состояние можно представить в виде вектора, состоящего из конечного числа элементов, подобно вектору состояния непрерывной и дискретной частей системы.

Конечным автоматом является синхронная система с конечным входным алфавитом X , конечным выходным алфавитом Z , конечным алфавитом состояний Y , начальным состоянием $z_0, z_0 \in Z$; функцией переходов $\phi(z, x)$, функцией выходов $\psi(z, x)$:

$$F = \langle Z, X, Y, \phi, \psi, z_0 \rangle.$$

Данный автомат работает в дискретные моменты времени, называемыми тактами, равными друг другу, каждому из которых соответствуют постоянные значения входного и выходного сигналов и внутренние состояния.

Таким образом, работа конечного автомата протекает по следующей схеме: в каждом i такте на вход автомата, находящегося в состоянии $z(t)$, подается некоторый сигнал $x(t)$, на который он реагирует переходом в $(i+1)$ -такте на новое состояние $z(i+1)$ и выдачей некоторого выходного сигнала.

2 Обзор существующих решений для построения диаграммы Ганта

Программные продукты для построения диаграмм Ганта находят применение в следующих отраслях:

- Производство;
- Разработка программного обеспечения, сайтов, игр, мобильных приложений;
- Строительство;
- Техническое обслуживание;
- Профессиональные услуги;
- Маркетинг;
- Розничная торговля;
- Образование;
- Планирование события;
- Консультации и др.

На данном этапе необходимо исследовать наличие текущих программных обеспечений для построения диаграммы Ганта с целью выявления их сильных и слабых сторон. Рассмотрим существующие на рынке решения по созданию диаграммы Ганта.

2.1 GanttPro

GanttPRO – это интуитивно понятное программное обеспечение для построения диаграмм Ганта частной компании XB Software Ltd, предназначенное для управления задачами и проектами. Оно также используется для отслеживания времени и хода проекта, совместной работы команды, управления сроками, ресурсами и затратами. Простота обучения и приятный дизайн UX/UI позволяют менеджерам и членам команды сразу приступить к работе.

В GanttPRO задачи можно разделять на подзадачи и легко перетаскивать по графику. Для каждой задачи можно установить срок выполнения, выставить приоритет и указать прогресс выполнения прямо внутри диаграммы. Есть управление ресурсами: можно задать стоимость часа работы и указать время,

потраченное на выполнение задачи. Также ПО рассчитывает стоимость выполнения задачи, групп задач или проекта в целом.

В приложении есть возможность приглашать в проекты коллег и назначать им задачи. Они будут получать уведомления об обновлениях, а вы сможете увидеть загрузку каждого исполнителя и пообщаться со специалистами в комментариях к задачам.

Преимущества:

- Интуитивно понятный и простой интерфейс;
- Возможность управления и работы над проектами вместе с командой;
- Управление ресурсами в режиме реального времени;
- Автоматическое планирование и Drag-and-drop.

Недостатки:

- Высокая стоимость программного продукта пользования;
- Короткий пробный период;
- Минимальный функционал.

2.2 Microsoft Project

Microsoft Project – программа для управления проектами, разработанная корпорацией Microsoft в качестве отдельного продукта или расширения пакета Microsoft Office. Она помогает менеджерам контролировать выполнение поставленных задач, а также грамотно распределять ресурсы. Основным рабочим инструментом в программе является диаграмма Ганта.

В продукте есть готовые шаблоны для диаграмм и отчётов. В MS Project можно автоматически подсчитать загруженность исполнителей или найти критический путь. Из-за большого количества функций и автоматизации интерфейс MS Project может показаться сложным. Чтобы эффективно работать в нём, нужно пройти обучение.

Преимущества:

- Простота эксплуатации программы;
- Наличие функции контроля и отслеживания хода проекта;
- Интеграция с финансовыми приложениями.

Недостатки:

- Сложность освоения программы;
- Высокая стоимость программы;
- Неудобная визуализация, устаревший интерфейс;
- Избыток функционала.

2.3 Microsoft Excel

Microsoft Excel – простая и популярная программа для создания диаграмм Ганта, разработанная корпорацией Microsoft. Программа выделяется простотой работы, но она предлагает только базовую визуализацию без расширенных возможностей планирования.

В программе есть Gantt Excel – бесплатные шаблоны для построения диаграмм. Microsoft Excel позволяет разбивать проекты на этапы и просматривать каждую отдельно, суммировать такие данные, как продолжительность, стоимости задач или количество выделенных ресурсов. Диаграммами можно делиться с коллегами, которые могут просматривать или редактировать их. В Microsoft Excel нет автоматизации для создания и обновления диаграмм, что увеличивает риск ошибки.

Преимущества:

- Простота работы с программой;
- Бесплатный сервис и шаблоны для построения диаграмм.

Недостатки:

- Ручное создание и обновление диаграммы;
- Отсутствие широких возможностей планирования.

Для визуализации проектов в представленных аналогах достаточно ввести данные и нажать несколько кнопок, что будет требовать постоянного обновления и относительно сложных настроек, занимающих время. Также стоит отметить, что прямых аналогов разрабатываемого программного обеспечения на рынке не представлено, так как рассмотренные выше продукты не имеют возможность интеграции напрямую с рабочими процессами и обновления диаграммы при любых их изменениях, в связи с чем появляется задача

разработки программного обеспечения для построения диаграммы Ганта технологических процессов для эффективного планирования производством.

3 Описание технологического процесса

Объектом исследования является технологический процесс, осуществляемый в экструдерах и аппаратах.

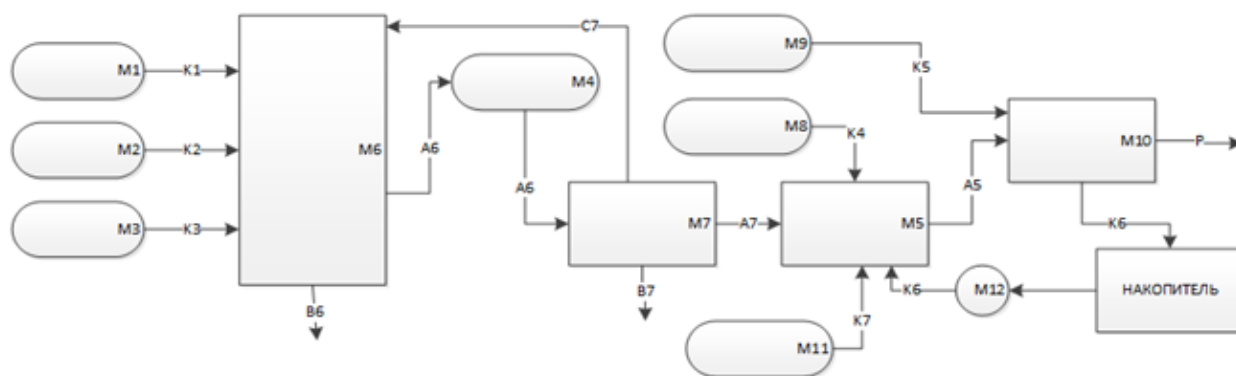
Технологический процесс (ТП) – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Для производства методом экструзии используется специально предназначенное для этого оборудование – экструдер. Это машина, которая придает пластичным материалам желаемую форму, продавливая их через профилирующий инструмент. Он состоит из корпуса с нагревательным элементом, силового привода, загрузочной воронки, узла загрузки обрабатываемого материала, различных измерительных и регулирующих устройств, а также рабочего органа, который чаще всего выступает в качестве шнека, иногда поршня.

Гранулы полимерного материала выгружаются из бункера в цилиндр, оборудованный системой электрообогрева, в результате чего пластичный материал размягчается. Далее в результате движения поршня или шнека создается давление, под действием которого пластичная масса перемещается по цилиндру, попадая на выходное отверстие головки. В зависимости от формы головки получают изделия различного профиля. Чем толще диаметр шнека и выходного отверстия, тем больше ширина и толщина изделий.

В качестве объекта исследования рассмотрен технологический процесс, который разделен на несколько стадий и осуществляется в экструдерах (M1, M2, M3, M4, M8, M9, M11, M12) и аппаратах (M5, M6, M7, M10).

Совокупность этих стадий (а также аппаратов) в определенной последовательности называется технологической схемой производства. Продукт, полученный в какой-либо промежуточной стадии, является промежуточным продуктом, а полученный в конечной стадии – готовым продуктом. Технологическая схема производства представлена на рисунке 2:



MN_№ – машины и аппараты; KN_№ - компоненты; AN_№, BN_№ - промежуточные продукты

Рисунок 2 – Технологическая схема производства

В производственном цикле участвует 8 экструдеров, 4 аппарата и накопитель. На каждой стадии из экструдеров в аппараты поступают компоненты, а затем из аппаратов выходят промежуточные продукты. На последней стадии из аппарата выходит конечный продукт Р. Технологический процесс многоэтапный, существует множество технологических маршрутов производства. Из временных характеристик данных каждой стадии складывается время технологического процесса.

4 Расчет временных параметров технологического процесса

Для построения диаграммы Ганта необходимо на основе входных данных технологического процесса рассчитать время для каждой его стадии, объем и время выхода конечного продукта Р.

Ниже приведены исходные данные для технологической схемы производства (таблица 1-4):

Таблица 1 – Т1 содержание компонентов

К1	К2	К3	К4 от А5	К5 от Р	К6 от Р	К7 от А5	В6	В7	С7
0,4	0,3	0,3	0,07	0,06	0,2	0,17	0,1	0,1	0,3

Таблица 2 – Т2 производительность экструдеров (м³/мин.)

М1	М2	М3	М4	М8	М9	М11	М12 насос
20	40	80	50	100	80	20	20

Таблица 3 – Т3 время цикла аппаратов (сек.), объем (м³)

М5		М6		М7		М10	
Т5	Объем	Т6	Объем	Т7	Объем	Т10	Объем
70	800	40	700	50	700	30	700

Таблица 4 – Т4 пропорции выхода промежуточного продукта энергозатраты

В6	В7	С7	Энергозатраты (ед/час)						
			М5	М6	М7	М10	М1-М3	М4, М12	М8, М9, М11
0,1	0,1	0,3	50	40	80	30	16	180	50

Произведем расчет времени ТП согласно выбранному варианту. В аппарат М6 из экструдеров М1, М2, М3 поступают компоненты К1, К2, К3. Рассчитаем объем и время для каждого экструдера:

$$V(M1) = \frac{V(M6) \cdot K1}{100\%} = \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 40\%}{100\%} = 280 \text{ м}^3,$$

$$T(M1) = \frac{V(M1)}{m1} = \frac{280 \text{ м}^3}{20 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 14 \text{ мин},$$

$$V(M2) = \frac{V(M6) \cdot K2}{100\%} = \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 30\%}{100\%} = 210 \text{ м}^3,$$

$$T(M2) = \frac{V(M2)}{m2} = \frac{210 \text{ м}^3}{40 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 5,25 \text{ мин},$$

$$V(M3) = \frac{V(M6) \cdot K3}{100\%} = \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 30\%}{100\%} = 210 \text{ м}^3,$$

$$T(M3) = \frac{V(M3)}{m3} = \frac{210 \text{ м}^3}{80 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 2,625 \text{ мин}.$$

Далее из аппарата М6 выходит промежуточный продукт В6. Рассчитаем время выхода промежуточного продукта В6:

$$T(B6) = \frac{\frac{T6}{\frac{V(M6) \cdot 10\%}{100\%}}}{\frac{700 \text{ м}^3 \cdot 10\%}{100\%}} = \frac{40 \text{ мин}}{700 \text{ м}^3 \cdot 10\%} = 4 \text{ мин}.$$

На следующей стадии из аппарата М6 выходит продукт А6 и поступает в экструдер М4, из которого продукт А6 переходит в аппарат М7. Произведем расчет времени для экструдера М4:

$$T(M4) = \frac{V(M7)}{m4} = \frac{700 \text{ м}^3}{50 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 14 \text{ мин}.$$

Затем из аппарата М7 выходит продукт С7 в аппарат М6 и промежуточный продукт В7. Рассчитаем время выхода продукта С7 и промежуточного продукта В7:

$$T(C7) = \frac{\frac{T7}{\frac{V(M7) \cdot 30\%}{100\%}}}{\frac{700 \text{ м}^3 \cdot 30\%}{100\%}} = \frac{50 \text{ мин}}{700 \text{ м}^3 \cdot 30\%} = 15 \text{ мин}.$$

$$T(B7) = \frac{\frac{T7}{\frac{V(M7) \cdot 10\%}{100\%}}}{\frac{700 \text{ м}^3 \cdot 10\%}{100\%}} = \frac{50 \text{ мин}}{700 \text{ м}^3 \cdot 10\%} = 5 \text{ мин}.$$

На следующей стадии из аппарата М7 выходит продукт А7 и поступает в аппарат М5, в который параллельно поступают компоненты К4, К6, К7 из

экструдеров М8, М11, М12 соответственно. Произведем расчет объема и времени для каждого экструдера:

$$V(M8) = \frac{V(M5) \cdot K4}{100\%} = \frac{800 \text{ м}^3 \cdot 7\%}{100\%} = 56 \text{ м}^3,$$

$$T(M8) = \frac{V(M8)}{m8} = \frac{56 \text{ м}^3}{100 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 0,56 \text{ мин},$$

$$V(M11) = \frac{V(M5) \cdot K7}{100\%} = \frac{800 \text{ м}^3 \cdot 17\%}{100\%} = 136 \text{ м}^3,$$

$$T(M11) = \frac{V(M11)}{m11} = \frac{136 \text{ м}^3}{20 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 6,8 \text{ мин},$$

$$V(M12) = \frac{V(M10) \cdot K6}{100\%} = \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 20\%}{100\%} = 140 \text{ м}^3,$$

$$T(M12) = \frac{V(M12)}{m12} = \frac{140 \text{ м}^3}{20 \text{ м}^3 / \text{мин}} = 7 \text{ мин}.$$

Далее из аппарата М5 выходит продукт А5 и поступает в аппарат М10, в который параллельно поступает компонент К5 из экструдера М9.

Произведем расчет времени для экструдера М9:

$$T(M9) = \frac{V(M10) \cdot K5}{m9} = \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 6}{80 \text{ м}^3 / \text{мин} \cdot 100\%} = 0,525 \text{ мин}.$$

На последней стадии из аппарата М10 выходит компонент К6 в накопитель, который идет через насос М12 в М5, и конечный продукт Р.

Произведем расчет времени выхода и объема конечного продукта:

$$V(P) = V(M10) - \frac{V(M10) \cdot K6}{100\%} = 700 \text{ м}^3 - \frac{700 \text{ м}^3 \cdot 20\%}{100\%} = 560 \text{ м}^3.$$

$$\begin{aligned} T(P) &= T6 + T4 + T7 + T11 + T5 + T9 + T10 + \frac{V(P) \cdot T10}{V(M10)} = \\ &= 40 \text{ мин} + 14 \text{ мин} + 50 \text{ мин} + 6,8 \text{ мин} + 70 \text{ мин} + \\ &+ 0,525 \text{ мин} + 30 \text{ мин} + \frac{560 \text{ м}^3 \cdot 30 \text{ мин}}{700 \text{ м}^3} = 235,325 \text{ мин}. \end{aligned}$$

5 Описание программного обеспечения

Программное обеспечение разработано с целью автоматизации процесса планирования производства согласно заданным технологическим параметрам.

Назначение ПО:

- Автоматизированное оптимальное планирование технологического процесса;
- Построение расписания технологического процесса в виде диаграмм Ганта;
- Мониторинг текущего состояния технологического процесса, корректировка производственных расписаний в соответствии с его изменениями;
- Корректировка производственных расписаний в соответствии с изменениями производственной задачи;
- Последующая интеграция с существующими системами планирования производства.

Требования к ПО:

- Разработанное программное обеспечение должно полностью отражать происходящие процессы в производстве и их временные характеристики.
- Реализация пользовательского интерфейса с просмотром сформированных производственных расписаний, отслеживанием хода технологического процесса.

Разработанное программное обеспечение состоит из трех модулей: модель производства в среде MATLAB Simulink, рабочая область MATLAB и пользовательский интерфейс в среде MATLAB App Designer.

Модель производства построена в среде MATLAB Simulink с использованием пакета StateFlow. Назначение данной модели – описывать состояние технологического процесса и его изменение при заданных входных параметрах. Моделирование технологического процесса подробно рассмотрено в главе 6.

Рабочая область MATLAB реализует обмен и хранение данных временных

параметров между модулями.

Пользовательский интерфейс реализован в среде MATLAB App Designer и позволяет на основе запрошенных временных параметров производства из рабочей области MATLAB построить расписание технологического процесса и отобразить его в виде диаграммы Ганта. Также данный модуль рассчитывает объем конечного продукта и время его выхода. Создание пользовательского интерфейса для построения диаграммы Ганта рассмотрено в главе 7.

Алгоритм работы программного обеспечения представлен на рисунке 3.

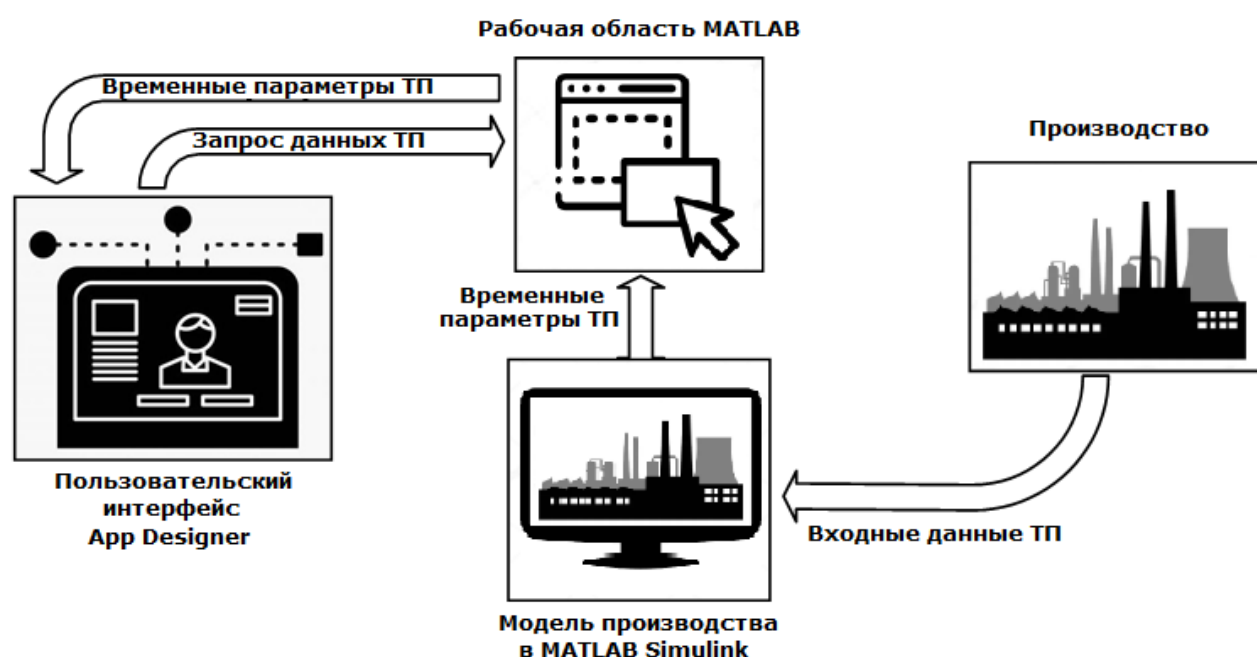


Рисунок 3 – Алгоритм работы ПО

Алгоритм работы программного обеспечения состоит в следующем. Перед началом планирования пользователь вводит входные данные технологического процесса в модель производства, затем она запускается и рассчитывает временные параметры каждой стадии ТП. После отработки модель отправляет рассчитанные временные данные в рабочую область MATLAB, которая передает их в пользовательский интерфейс App Designer. Он строит на основе полученных параметров диаграмму Ганта технологического процесса.

Процесс работы разработанного программного обеспечения заканчивается по выходу конечного продукта.

6 Построение модели технологического процесса в среде MATLAB Simulink

Моделирование технологического процесса произведено в StateFlow – расширении среды Simulink математического пакета MATLAB для моделирования логики событий, состояний и переходов в сложных событийных системах.

Общий вид модели ТП представлен на рисунке 4.

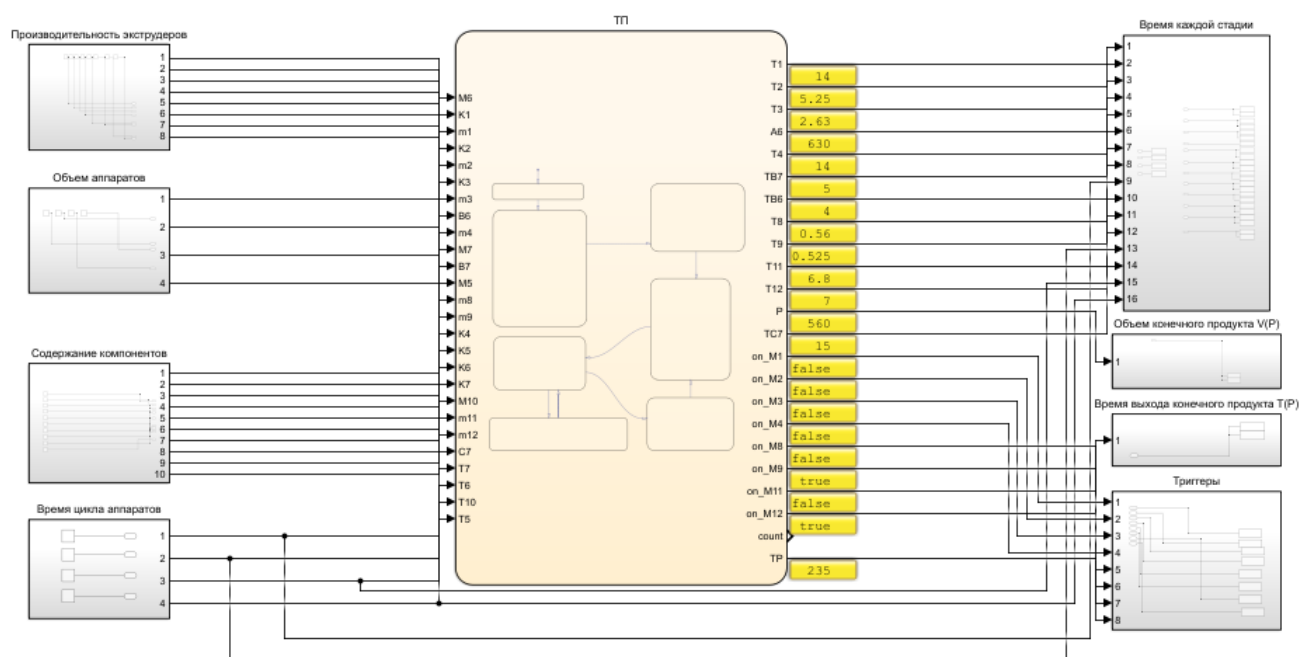


Рисунок 4 – Общий вид модели технологического процесса в MATLAB Simulink

Модель технологического процесса разделена на восемь функциональных блоков:

- блок Stateflow «ТП» для управления процессом и расчета параметров технологического процесса с входными и выходными переменными;
- блок «Производительность экструдеров», содержащий входные данные о производительности экструдеров;
- блок «Объем аппаратов», содержащий входные данные об объеме аппаратов;
- блок «Содержание компонентов», имеющий входные данные о содержании

компонентов;

- блок «Время цикла аппаратов», содержащий входные данные о времени цикла аппаратов;
- блок «Время каждой стадии», содержащий выходные данные о времени каждой стадии технологического процесса;
- блок «Объем конечного продукта Р», содержащий выходные данные об объеме конечного продукта Р в конечной стадии;
- блок «Время выхода конечного продукта Р», содержащий выходные данные о времени выхода конечного продукта Р;
- блок «Триггеры», содержащий выходные данные об триггерах состояния экструдеров.

Модель системы состоит из Stateflow-диаграммы «Конечный автомат» для расчета параметров технологического процесса с входными и выходными переменными. В качестве входных переменных выбраны производительность экструдеров, объем аппаратов, содержание компонентов и время цикла аппаратов. Выходными переменными являются: время каждой стадии технологического процесса, объем конечного продукта Р в конечной стадии и триггеры состояния экструдеров.

Передача в рабочее пространство MATLAB рассчитанных параметров времени и объема конечного продукта Р для построения диаграммы Ганта осуществляется через функциональные блоки «To Workspace».

Внутри функционального блока «ТП» реализована логика из конечного автомата для заданной технологической схемы производства в математическом пакете MATLAB с использованием Simulink StateFlow.

Stateflow – графическая среда программирования, основанная на конечных автоматах [3]. С использованием среды Stateflow можно тестировать и отлаживать проект, рассматривать различные сценарии моделирования и генерировать код из конечного автомата. Диаграмма Stateflow – графическое представление конечного автомата, в котором состояния и переходы формируют основные конструктивные блоки системы. Конечный автомат является вариантом управляемой событиями системы, при котором система переходит из

одного состояния (режима) в другое заданное состояние, если условие, определяющее изменение, истинно.

В начальный момент времени аппарат ожидает включение экструдеров и передачи компонентов для его наполнения. При работе экструдеров происходит наполнение аппарата и отсчет времени работы каждого экструдера. По окончании времени работы каждого экструдера они выключаются и модель переходит в следующее состояние работы аппарата. На последней стадии выходит конечный продукт и заполняется накопитель, после которого происходит зацикливание технологического процесса.

Логика моделирования технологического процесса показана на рисунке 5.

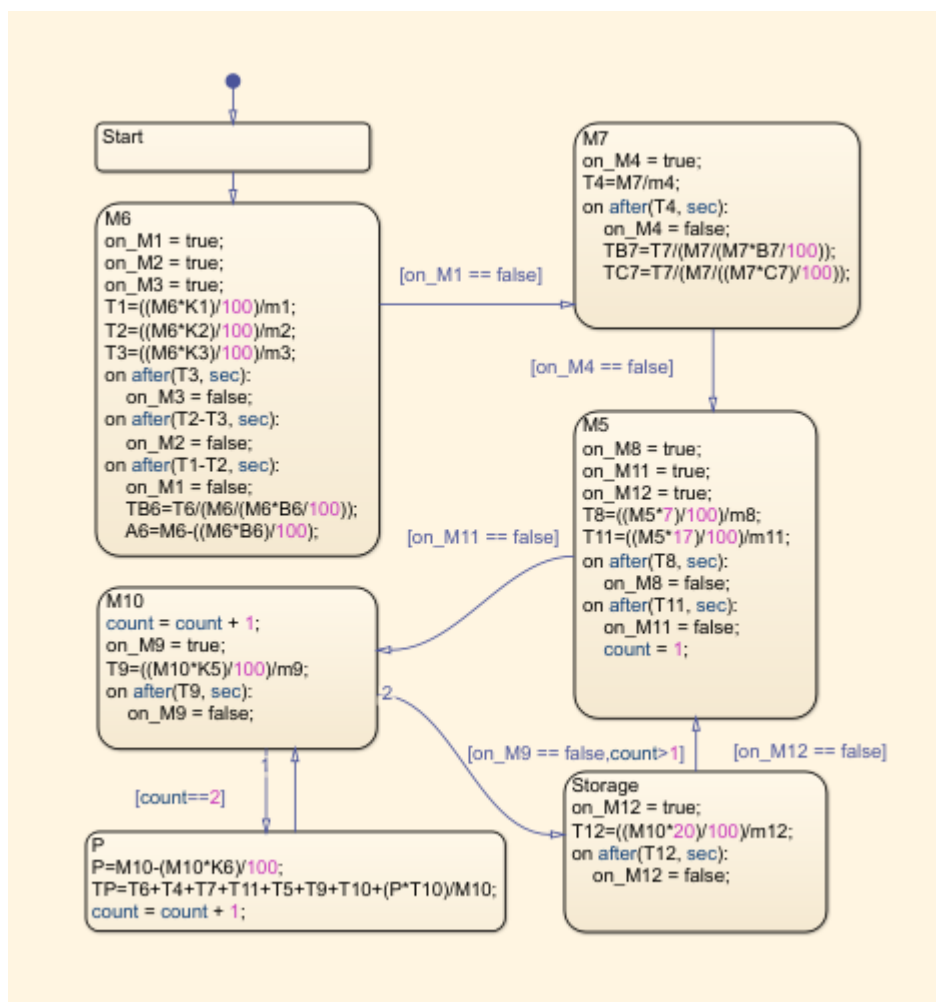


Рисунок 5 – Состояния и логика переходов блока «ТП»

Блок имеет шесть глобальных состояний, представляющих собой работы аппаратов M6, M7, M5, M10, накопителя Storage и процесс выхода конечного продукта P.

Логика переходов между аппаратами описывается следующим образом. При включенных триггерах `on_M1`, `on_M2`, `on_M3` в аппарат М6 из экструдеров М1, М2, М3 поступают компоненты и производится расчет времени работы каждого экструдера и промежуточного продукта В6. По истечении рассчитанного времени для каждого экструдера выключаются соответствующие триггеры, и установка переходит в следующее состояние.

На следующей стадии при включенном триггере `on_M4` из экструдера М4 промежуточный продукт переходит в аппарат М7 и выполняется расчет времени работы экструдера М4 и промежуточных продуктов С7 и В7. После завершения времени работы экструдера М4 выключается триггер `on_M4` и из аппарата М7 выходит промежуточный продукт А7, который далее поступает в аппарат М5.

Из экструдеров М8, М11, М12 в аппарат М5 параллельно поступают компоненты при включенных триггерах `on_M8`, `on_M11`, `on_M12`. В это время рассчитывается время работы экструдеров и по его истечении выходит промежуточный продукт А5 и поступает в аппарат М10.

В следующем состоянии, когда включен триггер `on_M9`, из экструдера М9 в аппарат М10 поступает компонент и производится расчет времени работы экструдера М9.

На последней стадии из аппарата М10 выходит конечный продукт Р и компонент К6 в накопитель, который идет через насос М12 обратно в аппарат М5 при условии, что триггер М12 выключен. В конце рассчитывается объем и время выхода конечного продукта Р.

7 Разработка программы для построения диаграммы Ганта в среде MATLAB App Designer

При разработке приложения для построения диаграммы Ганта в MATLAB использовалась интерактивная среда App Designer. App Designer позволяет разместить визуальные компоненты графического пользовательского интерфейса и запрограммировать поведение приложения [4].

Для реализации приложения в режиме редактирования макета Design View были размещены следующие графические компоненты:

- Графики UIAxes – для отображения диаграммы Ганта и графика энергозатрат;
- Кнопка Button – для построения диаграммы Ганта и графика энергозатрат при ее нажатии;
- Числовые поля NumericEditField – для вывода числовых значений объема и времени выхода конечного продукта Р.

В режиме представления кода Code View был написан код программы для построения диаграммы Ганта, который приведен в приложении Б. В нем создана функция обратного вызова ButtonPushedFcn при нажатии кнопки, в которой функция evalin получает значения рассчитанных временных параметров из рабочей области MATLAB, а функция patch по полученным данным строит на графиках в заданных координатах горизонтальные полосы каждой стадии ТП.

При нажатии на кнопку «Построить» выполняется коллбэк ButtonPushedFcn, в котором происходит считывание временных параметров ТП из рабочей области MATLAB, построение диаграммы Ганта на основе входных данных и вывод в числовые поля объема и времени выхода конечного продукта Р. На рисунке 6 показан результат работы приложения для построения диаграммы Ганта.

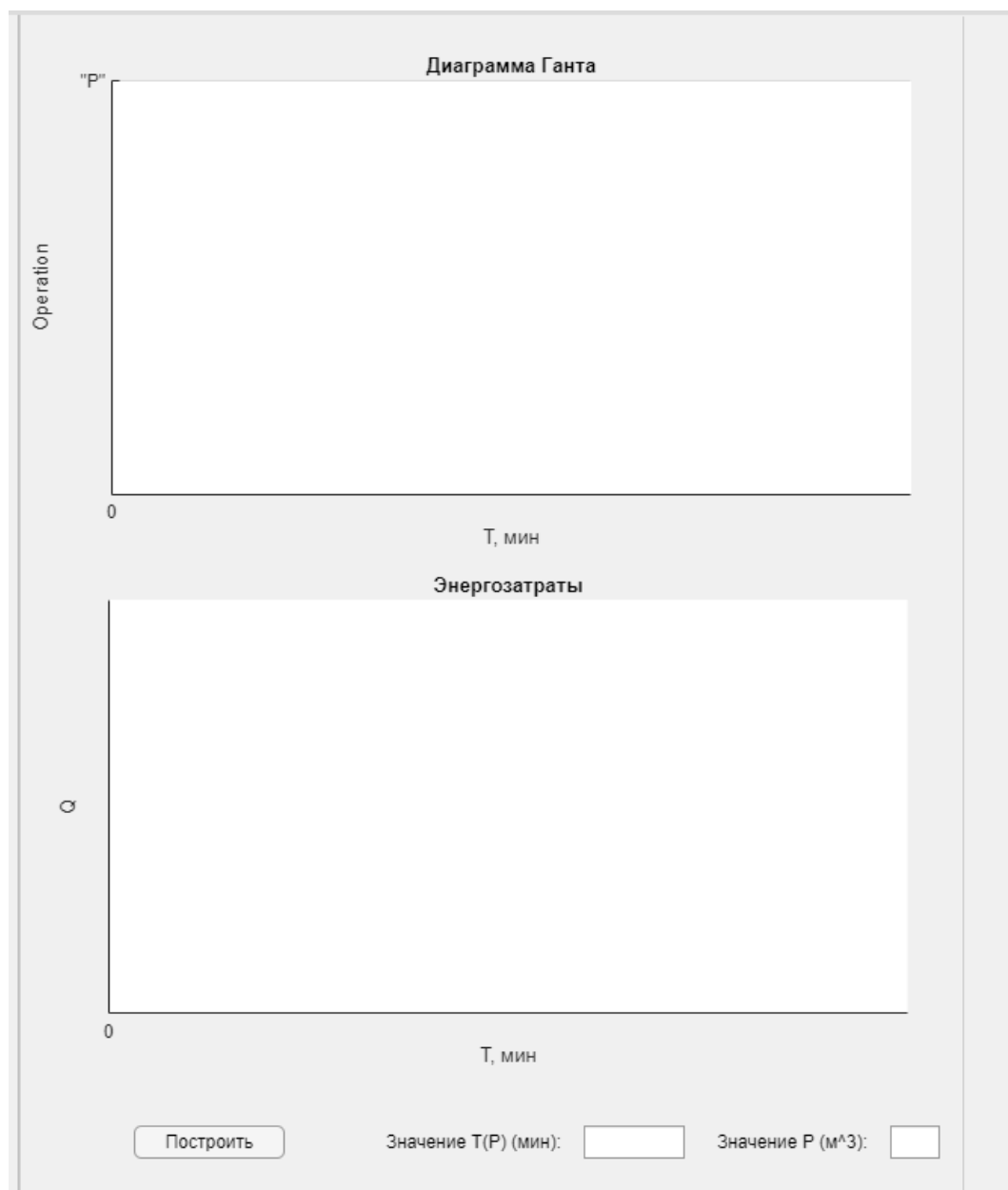


Рисунок 6 – Пользовательский интерфейс приложения для построения диаграммы Ганта

На рисунке 7 представлен результат работы приложения для построения диаграммы Ганта.

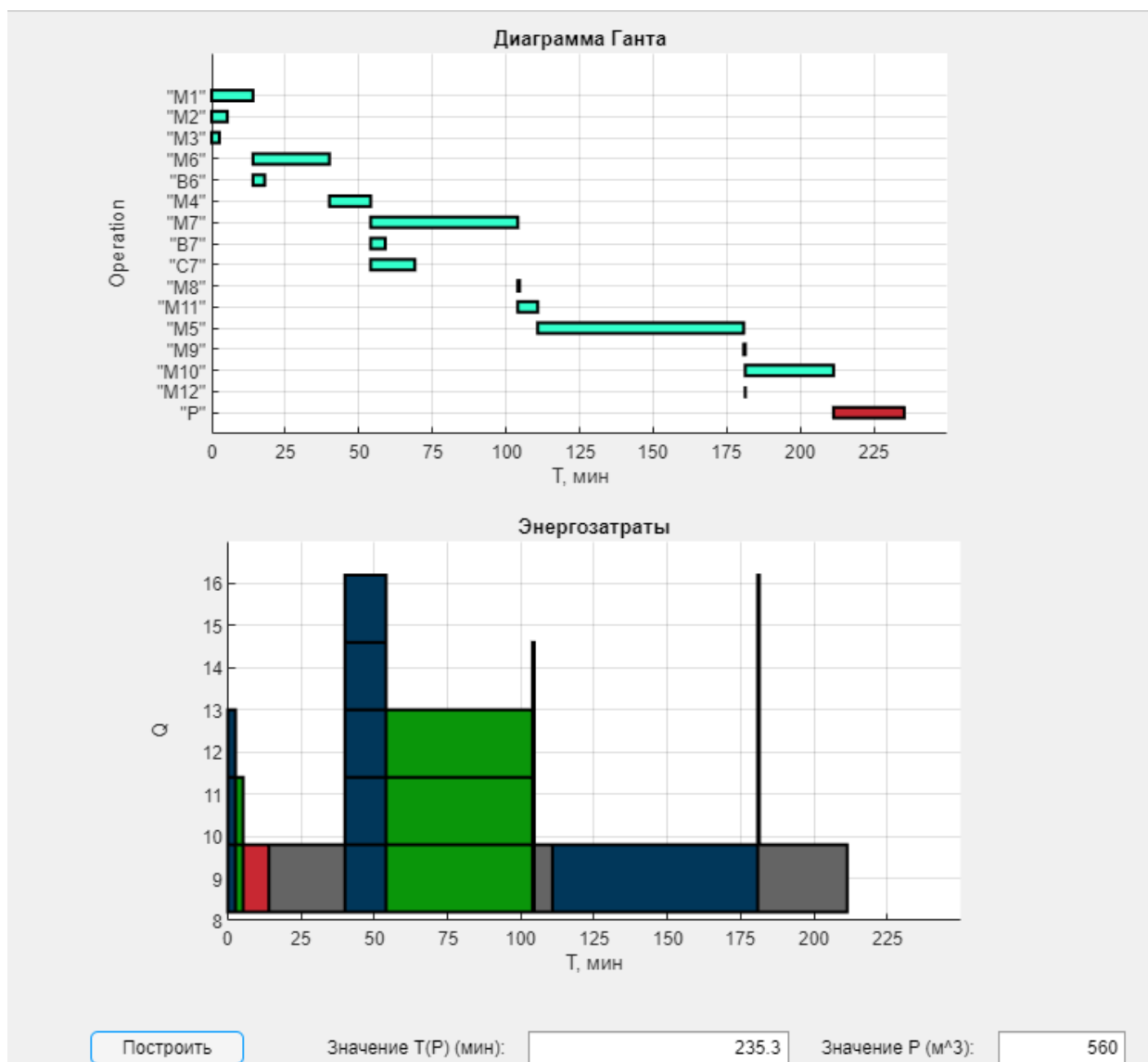


Рисунок 7 – Результат работы приложения для построения диаграммы Ганта

8 Применение разработанного ПО для решения задачи оптимизации технологического процесса

Любая задача оптимизации решается путем построения математической модели исследуемого объекта и проведения над ней эксперимента. Проведение эксперимента с моделью позволяет эффективно исследовать свойства объекта в различных условиях.

Для того, чтобы решить задачу оптимизации технологического процесса, необходимо правильно подобрать критерий оптимизации, в котором формируется выражение конечного результата конкретного действия.

Мерами эффективности любого производства являются: себестоимость, качество и время изготовления конечной продукции. Поэтому необходим такой критерий оптимизации, который будет связан как с себестоимостью, так и с качеством и временем изготовления продукции. В связи с этим наиболее подходящим критерием будет производительность экструдеров, выраженная в виде объема продукта, получаемого в единицу времени.

Ниже приведены исходные данные критерия оптимизации производства (таблица 5-8):

Таблица 5 – Критерий оптимизации

T1	T2	T3	Критерий оптимизации
2	3	4	Макс. Производительность

Таблица 6 – T1 содержание компонентов согласно критерию оптимизации

K1	K2	K3	K4 от A5	K5 от P	K6 от P	K7 от A5	B6	B7	C7
0,6	0,2	0,2	0,06	0,05	0,3	0,15	0,6	0,2	0,2

Таблица 7 – T2 производительность экструдеров согласно критерию оптимизации (м³/мин.)

M1	M2	M3	M4	M8	M9	M11	M12 насос
80	50	100	20	40	50	100	50

Таблица 8 – T3 время цикла аппаратов согласно критерию оптимизации (сек.), объем (м³)

M5		M6		M7		M10	
T5	Объем	T6	Объем	T7	Объем	T10	Объем
60	700	45	600	70	400	30	500

Для решения задачи оптимизации технологического процесса заменим входные параметры в модели процесса в MATLAB Simulink на данные критерия оптимизации, приведенные в таблицах 5-8.

После этого построим в разработанном приложении в среде MATLAB App Designer диаграмму Ганта на основе новых входных данных технологического процесса.

На рисунке 8 показан результат работы приложения для построения диаграммы Ганта на основе новых входных параметров для оптимизации технологического процесса.

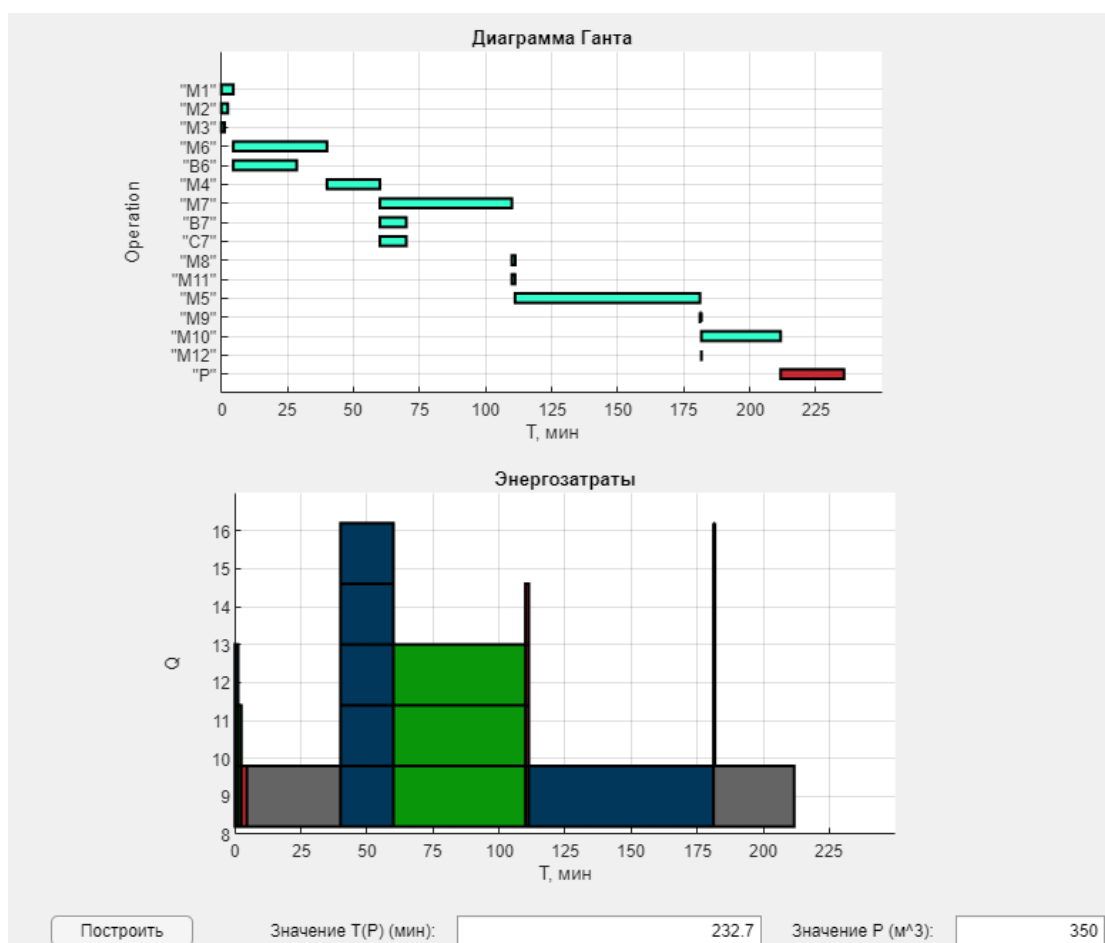


Рисунок 8 – Результат работы приложения для построения диаграммы Ганта на основе данных критерия оптимизации

В результате работы приложения для построения диаграммы Ганта на основе данных критерия оптимизации полученное время выхода продукта Р оказалось равным 232.7 минут, что меньше, чем 235.325 минут при изначально заданных параметрах.

Отсюда можно сделать вывод, что данный технологический процесс будет оптимальным. Использование производительности в качестве ключевого параметра оптимизации позволяет оценить эффективность всего технологического процесса, поскольку от значения производительности экструдеров напрямую длительность цикла выхода продукта.

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Современные крупные и средние производства обладают широкой номенклатурой выпуска, большими производственными мощностями и высокой степенью автоматизации. Производственный процесс каждого типа изделия является сложным множеством технологических операций, нередко пересекающихся с другими типами продукции. Также с течением времени производственная задача постоянно меняется. Для успешного функционирования предприятия все производственные процессы необходимо тщательно спланировать, что в свете вышеперечисленных факторов приводит к необходимости создания автоматизированных решений данной задачи.

В настоящее время на многих российских предприятиях уже внедрены решения автоматизированного финансово-хозяйственного, а также цехового управления предприятием. Но планирование производственных и технологических процессов до сих пор выполняется человеком, что порождает ряд проблем.

Сегодня доминирующее положение на рынке данных программных продуктов занимают зарубежные производители, что делает и без того сложный процесс внедрения систем данного уровня, более трудоёмким и ресурсозатратным. Всё вышеперечисленное делает разработку автоматизированных инструментов планирования производства актуальной задачей.

Задачей проекта является разработка программного обеспечения для построения диаграммы Ганта для технологического процесса.

9.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Перед планированием работы, определением ресурсного и экономического потенциала разработки программного обеспечения, следует уделить особое внимание оценке коммерческого потенциала и перспективности

новой разработки в целом, дать характеристику и определить сегмент рынка, на который будет ориентироваться компания, при продаже данной продукции.

9.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Основными потребителями АСУП являются крупные и средние производственные предприятия, крупные учебные заведения (ВУЗы и техникумы), транспортные и логистические предприятия, на основе исследования составлена карта сегментирования рынка (таблица 1).

Таблица 1 – Карта сегментирования рынка

		Использование продукции		
		Планирование производственных потоков	Планирование расписаний	Планирование транспортных потоков
Группа потребителей	Промышленные предприятия			
	ВУЗы и техникумы			
	Транспортные и логистические предприятия			

Согласно карте сегментирования рынка, можно сделать вывод об относительной свободе сегмента продаж программного обеспечения для автоматизированного планирования процессов в виде диаграммы Ганта.

9.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения будет основываться на сравнении разрабатываемой системы (ф) и двух конкурентных решений для построения диаграммы Ганта, а именно GanttPRO (к1) и MSProject (к2), на основе анализа составлена таблица 9.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение загрузки оборудования	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3

2. Надёжность алгоритмов	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
3. Потребность в вычислительных мощностях	0,1	5	1	3	0,5	0,1	0,3
4. Скорость обработки поступающих массивов данных	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
5. Ресурсоэффективность	0,1	3	4	3	0,15	0,2	0,15
6. Соответствие специфике исследуемого производства	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1
7. Удобство графического интерфейса	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
8. Простота эксплуатации	0,05	3	2	2	0,15	0,1	0,1
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Уровень проникновения на рынок	0,1	0	5	2	0	0,25	0,1
2. Цена	0,1	5	1	3	0,5	0,1	0,3
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
4. Послепродажное обслуживание	0,05	3	5	0	0,15	0,25	0
Итого	1	43	44	29	3,45	3,2	2,55

Исходя из проведённого анализа следует вывод, что разрабатываемый продукт может составить конкуренцию в цене, требованиях к эксплуатации и соответствии продукта специфике исследуемого производства. Из слабых сторон необходимо отметить, что спектр производств, в которые разработка может быть интегрирована, ограничен, так как она находится в начальной стадии, а также алгоритмы имеют меньшую вычислительную мощность. В последствии при дальнейшей разработке проекта, данный недостаток будет устранён.

9.1.3 SWOT анализ

Далее исследуем внутренние и внешние свойства среды данного проекта с помощью методики SWOT-анализа. Матрица SWOT-анализа (таблица 10) описывает сильные и слабые стороны проекта (внутренние факторы), а также показывает возможности и угрозы (внешние факторы) и возможные направления реализации.

Таблица 10 – Итоговая матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Соответствие специфике исследуемого производства. С2. Низкая стоимость внедрения. С3. Надёжность алгоритмов. С4. Сниженная потребность в вычислительных мощностях. С5. Наличие бюджетного	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Узкий диапазон отраслей внедрения. Сл2. «Новый игрок» на рынке систем производственного управления и планирования. Сл3. Использование зарубежного ПО в разработке.
--	--	---

	финансирования. С6. Наличие заказчика разработки.	
Возможности: В1. Заинтересованность потребителей из других отраслей производства в разработке. В2. Получение дополнительных грантов и финансирование из внебюджетных средств. В3. Выход на международный рынок систем планирования производства. В4. Сотрудничество с российскими поставщиками ПО моделирования и разработки.	В1С2С3 – Расширение спектра применимости на другие производственные отрасли. В1В2В4С5С6 – Дальнейшие разработки. В1В3С1С2С3С4 – Увеличение рынка сбыта. В4С1С2С3С4 – Сотрудничество с государственными структурами.	В1В2В3Сл1Сл2 – Дальнейшие разработки. Расширение спектра применимости на другие производственные отрасли. В1В2В4Сл3 – Переход на отечественное ПО с развитием проекта.
Угрозы: У1. Наличие сильных конкурентов. У2. Провал внедрения на исследуемом предприятии. У3. Ограничения на экспорт разработки У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации ПО. У5. Исчерпание финансирования.	У1У5С1С3С6 – Дальнейшее сотрудничество с текущим партнёром, привлечение новых. У2С2С3С4С5 – Многократные проверки и отладка алгоритмов и модели. У3С2С5С6 – Участие в гос. контрактах, ориентация на внутренний рынок У4С1С6 – Сертификация продукции и введение системы контроля качества.	У1У3У5Сл1Сл2 – Дальнейшие разработки. Расширение спектра применимости на другие производственные отрасли. Ориентированность на внутренний рынок. У2Сл2 – Многократные проверки и отладка алгоритмов и модели. У4Сл3 – Переход на отечественное ПО с развитием проекта.

Разработанный SWOT-анализ позволил дать оценку внутренней и внешней среды проекта, выявить сильные и слабые стороны, а также определить дальнейшие пути развития. Для уменьшения влияния мировой экономической регрессии стремиться к замене импортных элементов системы на отечественные, также стоит производить анализ деятельности конкурентов на рынке и

действовать на опережение, расширяя функционал системы и повышая качество элементной базы.

9.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив проведения научных исследований используется морфологический метод и составляется морфологическая матрица (таблица 11).

Таблица 11 – Морфологическая матрица для программно-алгоритмического комплекса планирования производственных процессов

№п/п		1	2	3
А	Среда реализации приложения	Matlab	-	-
Б	Моделирование исследуемого производства	Matlab	GNU Octave	Scilab

Согласно данной матрице возможно предложить три функционально конкретных варианта решения поставленной задачи:

- А1Б1, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование технологического процесса проводится также в математическом пакете Matlab.
- А1Б2, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование технологического процесса проводится в среде GNU Octave.
- А1Б3, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование технологического процесса проводится в среде Scilab.

9.3 Планирование научно-исследовательских работ

9.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научного исследования формируется рабочая группа, в состав которой входят студент-дипломник и один руководитель. Порядок этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в

таблице 12.

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Предпроектное исследование технологического процесса	Студент
	2	Составление технического задания	Студент
	3	Утверждение технического задания	Руководитель, студент
Теоретические исследования	4	Изучение существующих методов решения задач планирования	Студент
	5	Изучение применения диаграммы Ганта для технологических процессов	Студент
	6	Изучение автоматных моделей управления и построение модели системы технологического процесса	Студент
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка проведённых исследований	Руководитель
	8	Утверждение работ, календарное планирование работ	Руководитель, студент
<i>Разработка приложения для построения диаграммы Ганта (проведение ОКР)</i>			
Разработка алгоритмов	9	Проектирование алгоритмов	Студент
	10	Проверка и утверждение проектирования	Руководитель, студент
Создание конечного приложения	11	Кодирование алгоритмов	Студент
	12	Отладка кода	Студент
	13	Сведение модели системы технологического процесса в единое приложение	Студент
	14	Отладка приложения	Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент
	16	Проверка работы	Руководитель

9.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки — это трудовые затраты. Для определения трудоемкости составим таблицу 6, в ней будем рассчитывать показатели по приведенным ниже формулам.

Для расчета ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ожц}$ применяется две оценки: $t_{\min i}$ и $t_{\max i}$ (метод двух оценок).

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{\min i}$ – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

$t_{\max i}$ – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году ($T_{кал} = 365$);

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году ($T_{вых} = 52$);

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году ($T_{пр} = 14$).

Коэффициент календарности $k_{кал}$ равен 1,22.

9.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения ленточного графика работ определим временные показатели проведения научного исследования (таблица 13) максимальное по длительности исполнение. Это исполнение номер 3, и время его исполнения составит 80 дней. Календарный план-график представлен в таблице 14, где  - руководитель,  - студент.

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Работы	Трудоёмкость работ									Исполнители			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож\epsilon i}$, чел-дни											
	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1	1	1	1	5	5	5	2.6	2.6	2.6	С	С	С	2.6	2.6	2.6	3	3	3
2	1	1	1	3	3	3	1.8	1.8	1.8	С	С	С	1.8	1.8	1.8	2	2	2
3	1	1	1	3	3	3	1.8	1.8	1.8	Р, С	Р, С	Р, С	0.9	0.9	0.9	1	1	1
4	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	С	С	С	1.4	1.4	1.4	2	2	2
5	4	4	4	7	7	7	5.2	5.2	5.2	С	С	С	5.2	5.2	5.2	6	6	6
6	1	1	3	2	2	5	1.4	1.4	3.8	С	С	С	1.4	1.4	3.8	2	2	5
7	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Р	Р	Р	1.4	1.4	1.4	2	2	2
8	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Р, С	Р, С	Р, С	0.7	0.7	0.7	1	1	1
9	5	7	10	15	15	20	9	12.2	14	С	С	С	9	12.2	14	11	15	17
10	1	1	1	2	2	2	1.4	1.4	1.4	Р, С	Р, С	Р, С	0.7	0.7	0.7	1	1	1
11	5	5	7	7	7	10	5.8	5.8	8.2	С	С	С	5.8	5.8	8.2	7	7	10
12	3	3	5	7	7	7	4.6	4.6	5.8	С	С	С	4.6	4.6	5.8	6	6	7
13	5	5	5	10	10	10	7	7	7	С	С	С	7	7	7	8	8	8
14	3	3	5	7	7	7	4.6	4.6	5.8	С	С	С	4.6	4.6	5.8	6	6	7
15	2	2	2	5	5	5	3.2	3.2	3.2	С	С	С	3.2	3.2	3.2	4	4	4
16	2	2	2	5	5	5	3.2	3.2	3.2	Р	Р	Р	3.2	3.2	3.2	4	4	4
Итого																66	70	80

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работы	Вид работы	T Кі	Исполни- тели	Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Предпроектное исследование тех процесса	3	С												
2	Составление технического задания	2	С												
3	Утверждение технического задания	1	Р, С												
4	Изучение сущ методов решения задач планирования	2	С												
5	Изучение применения диаграммы Ганта для технологических процессов	6	С												
6	Изучение автоматных моделей управления и построение модели системы технологического процесса	5	С												
7	Оценка проведённых исследований	2	Р												
8	Утверждение работ, календарное планирование работ	1	Р, С												
9	Проектирование алгоритмов	17	С												
10	Проверка и утверждение проектирования	1	Р, С												
11	Кодирование алгоритмов	10	С												
12	Отладка кода	7	С												
13	Сведение модели системы технологического процесса в единое приложение	8	С												
14	Отладка приложения	7	С												
15	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	4	С												
16	Проверка работы	4	Р												

9.3.4 Бюджет научно-технического исследования

9.3.4.1 Расчет материальных затрат

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, прием равным 15%.

Расчеты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Лицензия «Matlab»	Шт.	1	1	1	26 288	26 288	26 288	26 288	26 288	26 288
Лицензия «GNU Octave»	Шт.	0	1	0	0	13 640	0	0	13 640	0
Лицензия «Scilab»	Шт.	0	0	1	0	0	4 800	0	0	4 800
Компьютер	Шт.	1	1	1	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
Итого								76 288	89 928	81 088

9.3.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Так как основная часть разработки программно-алгоритмического комплекса проводится на персональном компьютере с использованием специализированных программ, то расчет затрат на специальное оборудование не требуется.

9.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научно-технического исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{он}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{он}}$ – основная заработная плата одного работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 7.12);

$Z_{\text{он}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{он}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 48 раб. дня $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_o – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни (таблица 16).

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	56	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	271

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{нр}} + k_o) \cdot k_p,$$

где $Z_{\text{мс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{нр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{мс}}$);

k_o – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{mc}$);

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

Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 17.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

Вар.	Исполнители	$З_{тс}$	$k_{пр}$	$k_{л}$	$k_{р}$	$З_{м,}$	$З_{дн,}$	$T_{р,}$	$З_{осп,}$
		руб.				Руб	руб.	раб. дн.	руб.
1	Руководитель	37700	0,3	0,15	1,3	71064	3041	10	30410
	Студент	19200	0,3	0,15	1,3	36192	1389	81	112509
	Итого								142919
2	Руководитель	37700	0,3	0,15	1,3	71064	3041	10	30410
	Студент	19200	0,3	0,15	1,3	36192	1389	87	120843
	Итого								151253
3	Руководитель	37700	0,3	0,15	1,3	71064	3041	10	30410
	Студент	19200	0,3	0,15	1,3	36192	1389	100	138900
	Итого								169310

9.3.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем коэффициент равный 0,12. Результаты расчета приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Дополнительная заработная плата исполнителей

Исполнители	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Руководитель	3649	3649	3649
Студент	13502	14501	16668
Итого	17151	18150	20317

9.3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из

следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). Результаты расчета приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Полная заработная плата, руб.		
	Вар.1	Вар.2	Вар.3	Вар.1	Вар.2	Вар.3
Руководитель проекта	30410	30410	30410	34059	34059	34059
Студент	112509	120843	138900	126011	135344	155568
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,30					
Итого						
Вариант 1	48021					
Вариант 2	50821					
Вариант 3	56888					

9.3.4.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Разработка создается в пределах Томского политехнического университета для отделения автоматизации и робототехники. Командировки возможны лишь, при условии продвижения полученного комплекса в другие ВУЗы.

9.3.4.7 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Вариант 1 = $(76\,288 + 142\,919 + 17\,151 + 48\,021) \cdot 0,16 = 45\,500$ руб;
 Вариант 2 = $(89\,928 + 151\,253 + 18\,150 + 50\,821) \cdot 0,16 = 49\,624$ руб;
 Вариант 3 = $(81\,088 + 169\,310 + 20\,317 + 56\,888) \cdot 0,16 = 52\,416$ руб.

9.3.4.8 Формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат научно-технического исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Вар.1	Вар.2	Вар.3	
1. Материальные затраты НТИ	76 288	89 928	81 088	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	0	0	0	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	142 919	151 253	169 310	Пункт 3.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17 151	18 150	20 317	Пункт 3.4.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	48 021	50 821	56 888	Пункт 3.4.5
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	0	0	Пункт 3.4.6
7. Накладные расходы	45 500	49 624	52 416	16% от суммы ст. 1-6
8. Бюджет затрат НТИ	329879	359776	380019	Сумма ст. 1- 7

9.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение интегральных показателей эффективности проведём для трёх вариантов исполнения разработки (см. раздел 2):

- Вариант 1, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование производства проводится также в математическом пакете Matlab.
- Вариант 2, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование производства проводится в среде GNU Octave.
- Вариант 3, для разработки приложения применяется математический пакет Matlab, моделирование производства проводится в среде Scilab.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Результаты вычислений приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Расчёт интегрального финансового показателя

Вариант исполнения	Φ_{max}	Φ_{pi}	$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$
Вар. 1	380019	329879	0,86
Вар. 2		359776	0,94
Вар. 3		380019	1

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Весовые коэффициенты и бальная оценка вариантов исполнения разработки приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вар.1	Вар.2	Вар.3
1. Надежность алгоритмов	0,3	5	2	3
2. Быстродействие	0,3	4	2	2
3. Удобство	0,1	4	3	3
4. Функциональность	0,2	5	2	4
5. Интерфейс	0,1	5	3	3
ИТОГО	1	4,6	2,2	2,9

Расчёт показателей:

$$I_{p-исп1}=5*0,3+4*0,3+4*0,1+5*0,2+5*0,1=4,6;$$

$$I_{p-исп2}=2*0,3+2*0,3+3*0,1+2*0,2+3*0,1=2,2;$$

$$I_{p-исп3}=3*0,3+2*0,3+3*0,1+4*0,2+3*0,1=2,9.$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр.1}}, I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 23) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}.$$

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,86	0,94	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	2,2	2,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,34	2,34	2,9
4	Показатель сравнительной эффективности	2,28	1	1,23

Как видно из сравнения интегральных показателей, наиболее эффективным с позиции финансовой и ресурсной эффективности является первое исполнение программного обеспечения для построения диаграммы Ганта.

Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате процесса разработки программного обеспечения для построения диаграммы Ганта были проанализированы исходные данные в рамках текущей задачи, была разработана модель технологического процесса и было создано приложение с графическим интерфейсом. Разработанное приложение может быть применено в крупных и средних производственных предприятиях, крупных учебных заведениях, транспортных и логистических предприятиях. В процессе анализа конкурентных технических решений было выявлено, что разработанное программное обеспечение значительно превосходит конкурентов в цене, требованиях к эксплуатации и соответствии продукта специфике исследуемого процесса. Также были произведены расчеты трудоемкости НТИ. Составлен перечень проводимых работ, их исполнителей и продолжительность выполнения этапов работ, составлен линейный график. В ходе анализа ресурсной, финансовой и экономической эффективности согласно расчетам интегральных показателей ресурсоэффективности, эффективности и финансов было доказано превосходство разрабатываемого программного обеспечения над конкурентами.

10 Социальная ответственность

В ходе данной работы было разработано программное обеспечение для построения диаграммы Ганта для экономии времени и ресурсов, необходимых для планирования технологического процесса. Данное программное обеспечение позволяет оптимизировать загрузку технологического оборудования, оперативно реагировать на изменение спроса рынка, сократить время и ресурсы для изготовления продукции.

Работы по проектированию и реализации программного обеспечения проводились в аудитории 112Б корпуса №10 ТПУ. Для дальнейшего использования и исследования программного обеспечения необходим персональный компьютер (ПК) с организованным рабочим местом пользователя.

В данном разделе ВКР исследованы меры по защите работника от возможного негативного воздействия среды, а также вредные и опасные факторы среды. Рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и необходимые действия, которые разработчик должен выполнить в случае их возникновения. Были выделены и рассмотрены следующие вредные факторы, воздействующие на оператора: отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения, отклонение показателей микроклимата, повышенный уровень ультрафиолетового излучения, перенапряжение зрительного анализатора, статические перегрузки, связанные с рабочей позой, повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.

К опасным факторам при работе с персональным компьютером относятся высокое напряжение и возможность короткого замыкания, влекущего за собой опасность поражения специалиста электрическим током. Рассмотрены вопросы правового регулирования трудовых отношений, связанных с использованием разработанного программного обеспечения.

10.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

10.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому кодексу РФ [5], регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией Российской Федерации осуществляется: трудовым законодательством (включая законодательство об охране труда), постановлениями Правительства Российской Федерации и нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти, нормативными правовыми актами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, нормативными правовыми актами органов местного самоуправления.

Согласно Трудовому кодексу РФ:

- продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

10.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно санитарным нормам, площадь на одно рабочее место пользователей ПК на базе плоских дискретных экранов - 4,5 м². Оптимальная рабочая поза при работе сидя обеспечивается также конструкцией стула: размерами, формой, площадью и наклоном сиденья, регулировкой по высоте. Основные требования к рабочей зоне приведены в ГОСТ 12.2.032–78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [6] и ГОСТ 21889–76 «Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования» [7].

Физиологические и функциональные требования оператора и наличие линий визирования, используемых во время выполнения производственного задания, определяют место расположения дисплея относительно оператора.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком» [8], дисплеи должны быть расположены так, чтобы они всегда находились в пределах поля зрения оператора.

Руководствуясь ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи» [9] выделяют три зоны поля зрения оператора по критерию уменьшающейся эффективности визуального распознавания как для задач обнаружения, так и для задач мониторинга: рекомендуемая, допустимая и несоответствующая (таблица 23).

Таблица 23 – Зоны эффективности визуального распознавания

Зоны	Применяемость
Рекомендуемая	Применяется всегда, когда это возможно
Допустимая	Применяется тогда, когда невозможно использовать зону "рекомендуемая"
Несоответствующая	Эта зона не должна использоваться

Центральные линии рекомендуемой и допустимой визуальных зон лежат в средней плоскости и соответствуют линии визирования, как показано на рисунке 9.

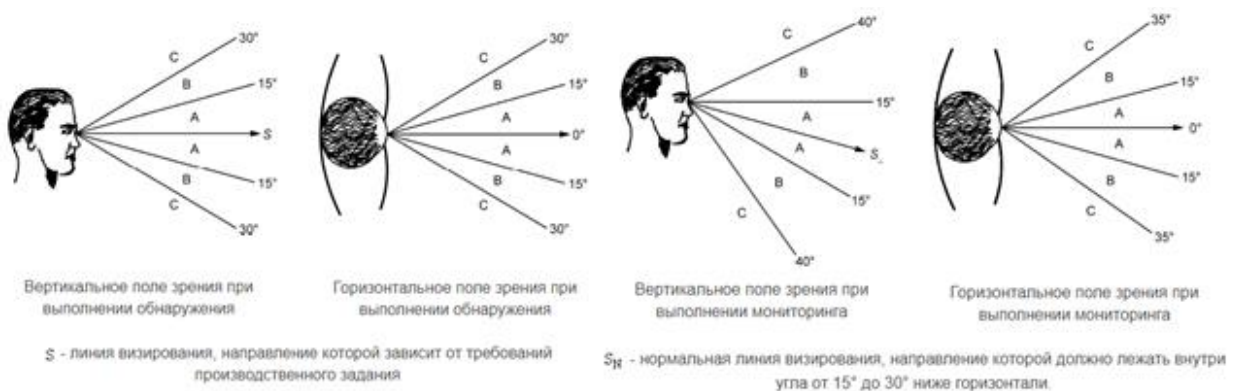


Рисунок 9 – Зоны эффективности распознавания сигнала в задаче обнаружения и мониторинга

При выполнении задачи обнаружения линия визирования связана с главным центром внимания. Для выполнения задачи мониторинга дисплей может быть установлен в соответствии с линией визирования, которая проходит под углом к горизонтали и ниже горизонтали, что, как известно, более удобно для оператора.

10.2 Производственная безопасность

На человека в процессе разработки могут воздействовать опасные и вредные факторы, перечень которых утвержден стандартом ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [11].

Данные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

С помощью ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», был определен перечень опасных и вредных факторов при разработке проектируемого решения. Данный перечень представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте аудитория 112Б учебного корпуса 10 ТПУ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Перенапряжение зрительного анализатора	МР 2.2.9.2311-07 Состояние здоровья работающих в связи с состоянием производственной среды. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности ГОСТ Р МЭК 60950-2002 Безопасность оборудования информационных технологий
Статические перегрузки, связанные с рабочей позой	Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и

	трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
Повышенный уровень ультрафиолетового излучения	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов

10.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

10.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Показателями, определяющими состояние микроклимата, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [10] показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей ограждающих устройств конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или ограждающих его устройств;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Отклонение параметров микроклимата от рекомендованных значений снижают работоспособность, ухудшают самочувствие работника и могут привести к профзаболеваниям. Низкая температура вызывает охлаждение

организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре – перегрев организма, повышенное потовыделение и снижение работоспособности. Повышенная влажность воздуха приводит к нарушению терморегуляции организма, ухудшению состояния человека. При пониженной влажности (<20%) – сухость слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Вид деятельности относится к категории 1а по энергозатратам, т.к. процессы разработки, изготовления и эксплуатации происходят преимущественно в сидячем режиме. К данной категории относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт).

Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в обслуживаемой зоне помещений общественных зданий согласно пункту 95 таблицы 5.28* СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [10] приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата

Период года	Категория помещения	Температура воздуха, °С		Результир ующая температура, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
Холодный	1 категория - помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха	20-22	18-24	19-20	17-23	45-30	60-30	0,2	0,3

Для регулирования параметров микроклимата в помещении должны применяться системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

В стенах аудитории установлена механическая вентиляция, оснащенная вентилятором и отводящая воздух из помещения. Это обеспечивает проветриваемость помещения и как следствие убирает лишнюю влагу. Кроме

того, аудитория подключена к системе центрального городского отопления, что помогает регулировать температуру в период зимних месяцев.

10.2.1.2 Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения

Согласно нормам освещенности, освещенность рабочей зоны является вредным фактором, который негативно воздействует на зрение, а также приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Для нормализации освещенности производственных помещений и рабочих мест рекомендуется применять следующие меры: дополнительные источники света, осветительные приборы и световые проемы. Для снижения негативного влияния рассматриваемого фактора на здоровье и работоспособность человека при работе за компьютером необходимо соблюдать допустимое время нахождения перед монитором компьютера и делать перерывы в работе.

В таблице 26 представлены нормативные показатели освещения рабочих мест в учебных аудиториях в университете согласно приложению Л* в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*» [12].

Таблица 26 – Показатели искусственного освещения основных помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий

Искусственное освещение			
Освещенность, лк		Объединенный показатель дискомфорта RUG, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
При комбинированном	При общем освещении		
-	500	19	10

При длительной работе за ПК должны быть предусмотрены перерывы, во время которых необходимо выполнять гимнастику, состоящую из общеукрепляющих и специальных упражнений для глаз. Также правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, снимает нагрузку на органы зрения, оказывает положительное психологическое воздействие на работников, содействует повышению производительности труда.

10.2.1.3 Перенапряжение зрительного анализатора

Работа с ПК подразумевает обработку большого количества информации. Анализ данных, инженерные исследования, расчеты и разработка программных продуктов требуют высокой концентрации внимания. При работе с визуальной информацией напрягаются глаза, которые являются зрительным анализатором человека. Расстояние расположения предмета постоянного визуального контроля не меняется в процессе работы, из-за этого устают глазные мышцы, снижается острота зрения. При длительных контактах с дисплеем, постоянного наблюдения схожей по структуре зрительной информации, человек начинает испытывать стресс.

Согласно ГОСТ Р МЭК 60950-2002 «Безопасность оборудования информационных технологий» [13], разработка программно-алгоритмического комплекса относится к группе В, I категории (до двух часов) – творческая работа в режиме диалога с ПК. При выполнении разных групп работ в течение смены за основную принимают такую, которая занимает не менее 50% времени рабочего дня. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья пользователей на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированный перерыв, при восьмичасовом рабочем дне 30 минут. Продолжительность непрерывной работы с ПК не должна превышать 2 часов. Для I категории работ – через два часа от начала работы и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый.

Во время регламентированных перерывов с целью сохранения высокой работоспособности выполняется комплекс упражнений для глаз во время регламентированных перерывов. С целью уменьшения отрицательного влияния монотонности целесообразно чередование операций осмысленного текста и числовых данных, чередование редактирования текстов и ввода данных (изменение содержания работы).

Работа над разработкой программно-алгоритмического комплекса требует сосредоточенности и частого переключения между использованием нескольких программ одновременно. Поэтому для того, чтобы зрительный

анализатор работал на нужном уровне, каждый академический час проводится перерыв в 5–10 минут, а в каждый второй академический час перерыв в 20 минут.

10.2.1.4 Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума

Звуковые колебания, издаваемые движущимися частями механизмов и приборов, могут воздействовать на здоровье человека. Громкие звуки, могут стать причиной проблем со слухом, а длительное воздействие шума более 80 дБ может стать причиной его потери или ухудшения.

В данной работе основным источником шума является системный блок ПК, внутри которого работает система охлаждения, состоящая из вентиляторов, воспроизводящих непрерывный шелест или гудение.

Уровень звука, при этом не превышает 50 дБ. Постоянный уровень шума влияет на работоспособность и сосредоточенность человека. Рабочее место соответствует нормам и является помещением с минимальным уровнем шума при программировании и разработке программного обеспечения планирования производственных процессов. Кроме того, каждый академический час в работе делается перерыв, который позволяет отключить компьютер и выйти из помещения для разгрузки нервной системы и органов слуха. Санитарными нормами в пункте 100 СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [10] установлены нормируемые параметры шума – таблица 27.

Таблица 27 – Нормируемые параметры шума в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории

Назначение помещений	Для источников пост. шума		Для источников непост. шума	
	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц	Уровни звука L(A), дБА	Эквивалентные уровни звука	Максимальные уровни звука

	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		L(Aэкв.) , дБА	L(Aмакс) , дБА
Аудитории образовательных организаций	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	40	55

10.2.1.5 Статические перегрузки, связанные с рабочей позой

В современном мире, почти каждая работа, так или иначе, связана с работой за компьютером. Разработчикам программ, инженерам и всем, кто учится, приходится проводить за ПВЭМ многие часы. При этом пользователь вынужден принимать одну и ту же позу в течение длительного времени, тем самым создавая в работе мышечного корсета статические перегрузки.

Неудобная поза, нахождение центра тяжести в одном месте, постоянный наклон вперед вызывают боли в шее и спине.

Согласно Р 2.2.2006-05 [14] рабочая поза – свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.

Также для предотвращения статической перегрузки рекомендуется выполнять физические упражнения во время регламентированных перерывов.

10.2.1.6 Повышенный уровень ультрафиолетового излучения

Видеотерминал компьютера не только оказывает отрицательное влияние на зрение оператора, но и представляет собой источник наиболее вредных излучений, неблагоприятно сказывающихся на его здоровье. ПК и видеотерминалы на электроннолучевых трубках являются источниками ультрафиолетового диапазона.

Экран ПК излучает сине-фиолетовый коротковолновый свет – до 40% больше по сравнению с естественным светом. Это воздействие существенно при длительной работе с компьютером или заболеваниях сетчатки глаза. Служащие, работающие за дисплеем компьютера по семь и более часов в день,

страдают воспалениями глаз на 70% чаще тех, кто проводит за дисплеем меньше времени. Кроме того, ультрафиолетовое излучение служит причиной быстрого старения кожи.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [10] в пункте 136 устанавливает предельно допустимые уровни ультрафиолетового излучения, создаваемые изделиями, предназначенными для применения в качестве товаров народного потребления (таблица 28).

Таблица 28 – Допустимые уровни ультрафиолетового излучения, создаваемые изделиями, предназначенными для применения в качестве товаров народного потребления

Вид изделий	Спектральный диапазон длин волн, нм	Допустимая интенсивность облучения, Вт/м ²
Экраны телевизоров, видеомониторов, осциллографов измерительных и других приборов, средств отображения информации с визуальным контролем	от 200 до 280	не допускается

10.2.1.7 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Во избежание электротравм, перед началом работы необходимо производить осмотр состояния оборудования и используемых измерительных приборов. В первую очередь необходимо осмотреть электрические провода на предмет целостности, обратить внимание на отсутствие оголенных проводов, соединений.

Помещение, в котором находится рабочее место, относится к категории помещений без повышенной опасности. Его можно охарактеризовать, как сухое, непыльное, с токонепроводящими полами и нормальной температурой воздуха. Температурный режим, влажность воздуха, химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования. Защита от электрического тока на рабочем месте производится с помощью изоляции токопроводящих частей (все провода изолированы). Электрические

устройства, в частности процессор от ПК расположен в защитном коробе.

Исходя из пункта 1.2. в ГОСТ 12.1.038-82 [15], в таблице 29 приведены предельно допустимые значения силы переменного и постоянного тока и напряжения, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки.

Таблица 29 – Предельно допустимые значения силы тока и напряжения

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

Для защиты от повышенной напряженности электрических полей следует использовать оградительные устройства, защитные заземления, системы автоматического отключения питания, знаки безопасности, изолирующие устройства и покрытия.

10.2 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия на окружающую среду программного обеспечения для автоматизированного построения диаграммы Ганта для технологического процесса и мероприятия по защите окружающей среды.

10.3 Воздействие на литосферу

При выходе из строя, а также устаревании компонентов, ПК начинает представлять собой источник второсортного сырья. Каждый ПК содержит цветные металлы и целый набор опасных для окружающей среды веществ.

Это производные газов, тяжелые металлы, среди которых кадмий, ртуть и свинец. Попадая на свалку, все эти вещества под воздействием внешней среды постепенно проникают в почву.

Документы, перенесенные на бумагу, становятся источником бумажных отходов. Такие отходы медленнее разлагаются из-за предварительной обработки бумаги, а также содержат на себе следы краски, химические вещества которой опасны для почвы.

Юридические лица имеют право утилизировать оргтехнику только при

прохождении процедуры полного списания, подтвержденного актом Р 2.2.2006-05. 2.2. «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [16].

Для макулатуры существуют специально установленные контейнеры, в которые помещаются отработавшие печатные издания, офисная бумага и другие изделия из переработанной целлюлозы. Макулатура отвозится в пункты по сбору макулатуры, где она утилизируются.

10.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При эксплуатации системы, наиболее вероятной ЧС, которая может быть инициирована объектом исследования, является возникновение пожара в лаборатории. На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [17] в случае данного проектного решения вероятный пожар относится к классу С, так как он может возникнуть в результате неисправности электрических приборов или в результате короткого замыкания.

Для того, чтобы потушить пожар класса С необходимо обесточить соответствующую цепь электрооборудования. Но независимо от того, обесточена цепь или нет, при тушении пожара нужно использовать только вещества, не проводящие электрического тока, такие как огнетушащий порошок, углекислый газ или хладон.

Люди, ведущие борьбу с пожаром класса С, должны всегда считать, что электрическая цепь находится под напряжением. Применение воды ни в коем случае не допускается. В помещении, где горит электрооборудование, следует пользоваться дыхательными аппаратами, поскольку горящая изоляция выделяет токсичные пары.

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени

пожарной опасности в СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности» [18], анализируемое в данной работе помещение относится к категории В1.

С целью недопущения возникновения пожаров необходимо соблюдать все правила и требования, которые установлены Федеральным законом Российской Федерации №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 (ред. 30.04.2021) и стандартом ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, произвести эвакуацию и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания. Покидать помещение необходимо согласно плану эвакуации.

Вывод по разделу социальная ответственность

При выполнении данного раздела были рассмотрены требования законодательства в сфере социальных, правовых и экологических вопросов, а также вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 разработка проектного решения относится к категории работ 1а по уровню энергозатрат организма. Выполнен анализ выявленных вредных и опасных факторов, предложены мероприятия по снижению их воздействий. Аудитория по электробезопасности, согласно ПУЭ, относится к категории «помещение без повышенной опасности», так как в данном помещении отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность. Согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал относится к группе I по электробезопасности.

Также рассмотрены вопросы экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях при разработке программного обеспечения. Наиболее вероятным видом чрезвычайной ситуации является пожар. При разработке проектного решения имеется воздействие на литосферу в виде образования отходов при выходе из строя ПК. Объект, оказывающий значительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к объекту I категории.

Исходя из СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности», анализируемое в данной работе помещение относится к категории В1.

Следование правилам, описанным в данном разделе, помогут избежать чрезвычайных ситуаций, а также обеспечить здоровье персонала и сохранность окружающей среды.

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является разработанное программное обеспечение для построения диаграммы Ганта технологического процесса в среде MATLAB с помощью инструментального пакета App Designer. Использование данного приложения позволяет оптимизировать технологический процесс с учетом всех условий и ограничений, сэкономить время, ресурсы и облегчить процесс планирования.

В ходе данной работы было изучено применение диаграммы Ганта и автоматных моделей управления для технологических процессов, исследованы существующие решения для построения диаграммы Ганта.

Данная разработка принимает входные временные значения расчета технологического процесса от конечного автомата в StateFlow Simulink и позволяет оптимизировать построение диаграммы Ганта для технологического процесса.

В дальнейшем планируется расширение функционала, доработка и внедрение улучшенных алгоритмов, усовершенствование интерфейса приложения и использование других процессов.

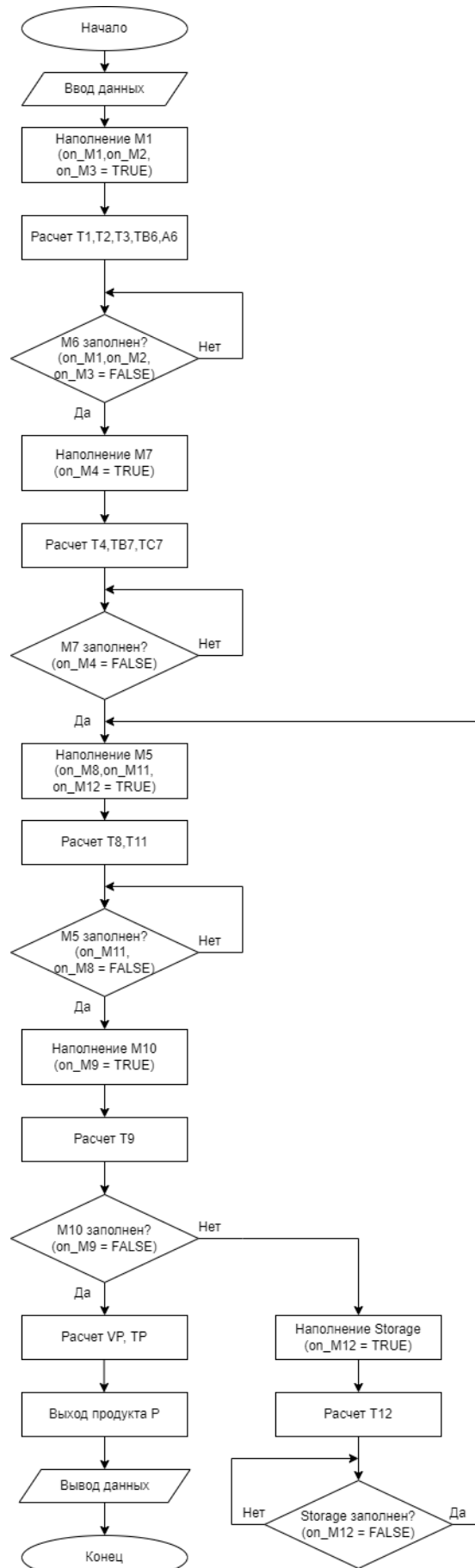
Список использованных источников

1. Киямутдинова Д. Д. Диаграмма Ганта и ее актуальность // Меридиан. - 2020. - №4. - С. 96-98.
2. Гилл, А. Введение в теорию конечных автоматов / А. Гилл. – М. : Наука, 1966. – 272 с.
3. Stateflow [Электронный ресурс] / MATLAB – URL:<https://exponenta.ru/stateflow> (дата обращения: 02.05.2022).
4. App Designer [Электронный ресурс] / MATLAB – URL:<https://www.mathworks.com/products/matlab/app-designer.html> (дата обращения: 26.05.2022).
5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022)
6. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
7. ГОСТ 21889-76 Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
8. ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком»
9. ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009 «Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи»
10. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
11. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
12. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»
13. ГОСТ Р МЭК 60950-2002 «Безопасность оборудования информационных технологий»

- 14.Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда
- 15.ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 16.Р 2.2.2006-05. 2.2. «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
- 17.Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
- 18.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

Приложение А

Блок-схема алгоритма работы модели



Приложение Б

Код программы для построения диаграммы Ганта в среде App Designer

```
classdef app1 < matlab.apps.AppBase
% Properties that correspond to app components
properties (Access = public)
    UIFigure matlab.ui.Figure
    GridLayout matlab.ui.container.GridLayout
    LeftPanel matlab.ui.container.Panel
    RightPanel matlab.ui.container.Panel
    Button matlab.ui.control.Button
    Label matlab.ui.control.Label
    EditField matlab.ui.control.NumericEditField
    UIAxes matlab.ui.control.UIAxes
    UIAxes_2 matlab.ui.control.UIAxes
end
% Properties that correspond to apps with auto-reflow
properties (Access = private)
    onePanelWidth = 576;
end
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
% Button pushed function: Button
function ButtonPushed(app, event)
    T1 = evalin('base','out.T1.Data(2)');
    T2 = evalin('base','out.T2.Data(2)');
    T3 = evalin('base','out.T3.Data(2)');
    T6 = evalin('base','out.T6.Data(1)');
    TB6 = evalin('base','out.TB6.Data(4)');
    T4 = evalin('base','out.T4.Data(5)');
    TB7 = evalin('base','out.TB7.Data(7)');
    C7 = evalin('base','out.C7.Data(7)');
    T7 = evalin('base','out.T7.Data(1)');
    T8 = evalin('base','out.T8.Data(8)');
    T11 = evalin('base','out.T11.Data(8)');
    T5 = evalin('base','out.T5.Data(1)');
    T9 = evalin('base','out.T9.Data(10)');
    T10 = evalin('base','out.T10.Data(1)');
    T12 = evalin('base','out.T12.Data(11)');
    P = evalin('base','out.P.Data(11)');
    TP = evalin('base','out.TP.Data(11)');
    a={      2      'M12'      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
        (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)+(T12*10) 1;
        3      'M10'      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
        (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)+(T10*10) 1;
```

```

4          'M9'          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10) 1;
5          'M5'          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10) 1;
6 'M11' (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10) 1;
7 'M8' (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10) 1;
8 'C7' (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(C7*10) 1;
9 'B7' (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(TB7*10) 1;
10 'M7' (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) 1;
11 'M4' T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;
12 'B6' T1*10 (T1*10)+(TB6*10) 1;
13 'M6' T1*10 T6*10 4;
14 'M3' 0 T3*10 1;
15 'M2' 0 T2*10 5;
16 'M1' 0 T1*10 7;;};
w=0.5;
for ii=1:size(a,1)
x=cell2mat({a{ii,[3 3 4 4]}});
y=a{ii,1}+[-w/2 w/2 w/2 -w/2];
p = patch (app.UIAxes,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [51,255,204]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a{ii,3}+0.5,a{ii,1},a{ii,2},'FontSize',5);
end
aP={1 'P' (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)+(T10*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)+(T10*10)+(24*10) 5};
w1=0.5;
for ii=1:size(aP,1)
x=cell2mat({aP{ii,[3 3 4 4]}});
y=aP{ii,1}+[-w1/2 w1/2 w1/2 -w1/2];
p = patch (app.UIAxes,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [200,40,50]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(aP{ii,3}+0.5,aP{ii,1},aP{ii,2},'FontSize',5);
end
a1={ -8 " 0 T3*10 1;
-6.4 " 0 T3*10 1;
-4.8 " 0 T3*10 1;};
w1=1.6;
for ii=1:size(a1,1)
x=cell2mat({a1{ii,[3 3 4 4]}});
y=a1{ii,1}+[-w1/2 w1/2 w1/2 -w1/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [1,55,90]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a1{ii,3}+0.5,a1{ii,1},a1{ii,2},'FontSize',5);
end
a2={ -8 " T3*10 T2*10 5;
-6.4 " T3*10 T2*10 5;};

```

```

w2=1.6;
for ii=1:size(a2,1)
x=cell2mat({a2{ii,[3 3 4 4]}});
y=a2{ii,1}+[-w2/2 w2/2 w2/2 -w2/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [10,150,10]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a2{ii,3}+0.5,a2{ii,1},a2{ii,2},'FontSize',5);
end
a3={ -8 " T2*10 T1*10 7;};
w3=1.6;
for ii=1:size(a3,1)
x=cell2mat({a3{ii,[3 3 4 4]}});
y=a3{ii,1}+[-w3/2 w3/2 w3/2 -w3/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [200,40,50]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a3{ii,3}+0.5,a3{ii,1},a3{ii,2},'FontSize',5);
end
a4={ -8 " T4*10 T6*10 4;};
w4=1.6;
for ii=1:size(a4,1)
x=cell2mat({a4{ii,[3 3 4 4]}});
y=a4{ii,1}+[-w4/2 w4/2 w4/2 -w4/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [100,100,100]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a4{ii,3}+0.5,a4{ii,1},a4{ii,2},'FontSize',5);
end
a5={ -8 " T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;
-6.4 " T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;
-4.8 " T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;
-3.2 " T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;
-1.6 " T6*10 (T6*10)+(T4*10) 1;};
w5=1.6;
for ii=1:size(a5,1)
x=cell2mat({a5{ii,[3 3 4 4]}});
y=a5{ii,1}+[-w5/2 w5/2 w5/2 -w5/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [1,55,90]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a5{ii,3}+0.5,a5{ii,1},a5{ii,2},'FontSize',5);
end
a6={ -8 " (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) 1;
-6.4 " (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) 1;
-4.8 " (T6*10)+(T4*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) 1;};
w6=1.6;
for ii=1:size(a6,1)
x=cell2mat({a6{ii,[3 3 4 4]}});
y=a6{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];

```

```

p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [10,150,10]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a6{ii,3}+0.5,a6{ii,1},a6{ii,2},'FontSize',5);
end
a7={ -8 " (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10) 1;
-6.4 " (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10) 1;
-4.8 " (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10) 1;
-3.2 " (T6*10)+(T4*10)+(T7*10) (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10) 1;};
for ii=1:size(a7,1)
x=cell2mat({a7{ii,[3 3 4 4]}});
y=a7{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [200,40,50]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a7{ii,3}+0.5,a7{ii,1},a7{ii,2},'FontSize',5);
end
a8={          -8          "          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T8*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10) 1;};
for ii=1:size(a8,1)
x=cell2mat({a8{ii,[3 3 4 4]}});
y=a8{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [100,100,100]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a8{ii,3}+0.5,a8{ii,1},a8{ii,2},'FontSize',5);
end
a9={          -8          "          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10) 1;};
for ii=1:size(a9,1)
x=cell2mat({a9{ii,[3 3 4 4]}});
y=a9{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [1,55,90]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a9{ii,3}+0.5,a9{ii,1},a9{ii,2},'FontSize',5);
end
a10={          -8          "          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10) 1;};
for ii=1:size(a10,1)
x=cell2mat({a10{ii,[3 3 4 4]}});
y=a10{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [10,150,10]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a10{ii,3}+0.5,a10{ii,1},a10{ii,2},'FontSize',5);
end
a11={          -8          "          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10) 1;
          -6.4          "          (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10) 1;

```

```

-4.8      "      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10) 1;
-3.2      "      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10) 1;
-1.6      "      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10) 1;};
for ii=1:size(a11,1)
x=cell2mat({a11{ii,[3 3 4 4]}});
y=a11{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [200,40,50]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a11{ii,3}+0.5,a11{ii,1},a11{ii,2},'FontSize',5);
end
a12={      -8      "      (T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T12*10)
(T6*10)+(T4*10)+(T7*10)+(T11*10)+(T5*10)+(T9*10)+(T10*10) 1;};
for ii=1:size(a12,1)
x=cell2mat({a12{ii,[3 3 4 4]}});
y=a12{ii,1}+[-w6/2 w6/2 w6/2 -w6/2];
p = patch (app.UIAxes_2,'xdata', x, 'ydata', y, 'facecolor', [100,100,100]/255,
'LineWidth', 1.5);
text(a12{ii,3}+0.5,a12{ii,1},a12{ii,2},'FontSize',5);
end
app.EditField.Value=P;
app.TEditField.Value=TP;
end
% Value changed function: EditField
function EditFieldValueChanged(app, event)
text1= sprintf('A')
app.EditField.Value=text1;
end
% Changes arrangement of the app based on UIFigure width
function updateAppLayout(app, event)
currentFigureWidth = app.UIFigure.Position(3);
if(currentFigureWidth <= app.onePanelWidth)
% Change to a 2x1 grid
app.GridLayout.RowHeight = {778, 778};
app.GridLayout.ColumnWidth = {'1x'};
app.RightPanel.Layout.Row = 2;
app.RightPanel.Layout.Column = 1;
else
% Change to a 1x2 grid
app.GridLayout.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout.ColumnWidth = {12, '1x'};
app.RightPanel.Layout.Row = 1;
app.RightPanel.Layout.Column = 2;
end
end

```

```

end
end
% Component initialization
methods (Access = private)
% Create UIFigure and components
function createComponents(app)
% Create UIFigure and hide until all components are created
app.UIFigure = uifigure('Visible', 'off');
app.UIFigure.AutoResizeChildren = 'off';
app.UIFigure.Position = [100 100 791 778];
app.UIFigure.Name = 'MATLAB App';
app.UIFigure.SizeChangedFcn = createCallbackFcn(app, @updateAppLayout,
true);
% Create GridLayout
app.GridLayout = uigridlayout(app.UIFigure);
app.GridLayout.ColumnWidth = {12, '1x'};
app.GridLayout.RowHeight = {'1x'};
app.GridLayout.ColumnSpacing = 0;
app.GridLayout.RowSpacing = 0;
app.GridLayout.Padding = [0 0 0 0];
app.GridLayout.Scrollable = 'on';
% Create LeftPanel
app.LeftPanel = uipanel(app.GridLayout);
app.LeftPanel.Layout.Row = 1;
app.LeftPanel.Layout.Column = 1;
% Create RightPanel
app.RightPanel = uipanel(app.GridLayout);
app.RightPanel.Layout.Row = 1;
app.RightPanel.Layout.Column = 2;
% Create Button
app.Button = uibutton(app.RightPanel, 'push');
app.Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app, @ButtonPushed, true);
app.Button.Position = [78 22 100 22];
app.Button.Text = 'Построить';
% Create Label
app.Label = uilabel(app.RightPanel);
app.Label.HorizontalAlignment = 'right';
app.Label.Position = [399 22 105 22];
app.Label.Text = {'Значение P (м^3):'; ''};
% Create EditField
app.EditField = uieditfield(app.RightPanel, 'numeric');
app.EditField.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@EditFieldValueChanged, true);
app.EditField.Position = [519 22 33 22];
app.EditField.Value = 560;
% Create UIAxes

```

```

app.UIAxes = uiaxes(app.RightPanel);
title(app.UIAxes, 'Диаграмма Ганта')
xlabel(app.UIAxes, {'Т, мин'; ''})
ylabel(app.UIAxes, {'Operation'; ''})
zlabel(app.UIAxes, 'Z')
app.UIAxes.PlotBoxAspectRatio = [1.93129770992366 1 1];
app.UIAxes.XTick = [0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 2250];
app.UIAxes.XTickLabel = {'0'; '25'; '50'; '75'; '100'; '125'; '150'; '175'; '200'; '225'};
app.UIAxes.YTick = [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16];
app.UIAxes.YTickLabel = {'"P"'; '"M12"'; '"M10"'; '"M9"'; '"M5"'; '"M11"'; '"M8"';
'"C7"'; '"B7"'; '"M7"'; '"M4"'; '"B6"'; '"M6"'; '"M3"'; '"M2"'; '"M1"'};
app.UIAxes.XGrid = 'on';
app.UIAxes.YGrid = 'on';
app.UIAxes.ZGrid = 'on';
app.UIAxes.Position = [6 405 590 335];
% Create UIAxes_2
app.UIAxes_2 = uiaxes(app.RightPanel);
title(app.UIAxes_2, 'Энергозатраты')
xlabel(app.UIAxes_2, {'Т, мин'; ''})
ylabel(app.UIAxes_2, {'Q'; ''})
zlabel(app.UIAxes_2, 'Z')
app.UIAxes_2.PlotBoxAspectRatio = [1.93129770992366 1 1];
app.UIAxes_2.XTick = [0 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000 2250];
app.UIAxes_2.XTickLabel = {'0'; '25'; '50'; '75'; '100'; '125'; '150'; '175'; '200';
'225'};
app.UIAxes_2.YTick = [-16 -15 -14 -13 -12 -11 -10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1];
app.UIAxes_2.YTickLabel = {'1'; '2'; '3'; '4'; '5'; '6'; '7'; '8'; '9'; '10'; '11'; '12'; '13';
'14'; '15'; '16'};
app.UIAxes_2.XGrid = 'on';
app.UIAxes_2.YGrid = 'on';
app.UIAxes_2.ZGrid = 'on';
app.UIAxes_2.Position = [1 71 619 335];
% Show the figure after all components are created
app.UIFigure.Visible = 'on';
end
end

% App creation and deletion
methods (Access = public)
% Construct app
function app = app1
% Create UIFigure and components
createComponents(app)
% Register the app with App Designer
registerApp(app, app.UIFigure)
if nargin == 0
clear app

```

```
        end
    end
    % Code that executes before app deletion
    function delete(app)
        % Delete UIFigure when app is deleted
        delete(app.UIFigure)
    end
end
end
end
```