



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА - Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА

Институт искусственного интеллекта (ИИИ)
Кафедра промышленной информатики (ПИ)

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Дисциплина «Разработка автоматизированных систем реального времени»

Практическая работа

Тема: «Анализ предметной области».

Отчет представлен к
рассмотрению:

Студент группы КВБО-03-21

Тимакова А.А.

(подпись)

Преподаватель

Зорина Н.В.

(подпись)

Москва, 2025 г.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является выбор технологического процесса, его анализ (описание), определение цели разработки автоматизированной системы реального времени по выбранному технологическому процессу и задач для достижения этой цели.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выбранный технологический процесс – производство газированных безалкогольных напитков.

1.1 Описание изготавливаемого продукта

Газированные напитки общего назначения – это насыщенные диоксидом углерода водные растворы смесей, состоящих из сахарного сиропа, плодово-ягодных или спиртованных соков, натуральных экстрактов, концентрированных соков, экстрактов пряно-ароматического сырья, настоев цитрусовых, ароматических эссенций, красителей.

Сырьем для изготовления безалкогольных газированных напитков служат натуральное сырье и синтетические ароматизаторы, красители, подсластители. К натуральному сырью относятся сиропы, экстракты и настои. В пищевой промышленности применяют фруктовые сиропы и экстракты, а также настои эвкалипта, лавра, лимонника, левзеи, полыни, можжевельника, хинина, ореха кола.

Сахар используется в производстве напитков для придания им сладкого вкуса, создания консистенции, усиления бактериостатических свойств. Он обладает высокой энергетической ценностью.

Кислоты – второй по значимости компонент напитков. Используют в производстве различных видов напитков лимонную, молочную, уксусную, фосфорную, виннокаменную, аскорбиновую кислоты. Функции кислот в напитках: придание кислого вкуса, усиление жаждоутоляющего действия, смягчение сладости, консервирующее действие.

В производстве напитков используют натуральные и синтетические красители. К натуральным красителям относят: колер, препараты β -каротина, кармин (кошениль), энокраситель (из выжимок винограда), красители из свеклы, ягод бузины, вишни, черной смородины, черноплодной рябины и иных

темноокрашенных плодов и ряд других. Выпускают четыре типа промышленных карамельных красителей: I – сахарный колер простой; II – сахарный колер, полученный по «щелочно-сульфитной» технологии; III – сахарный колер, полученный по «аммиачной» технологии; IV – сахарный колер, полученный по «аммиачно-сульфитной» технологии. Три последних типа колера с повышенной цветностью выпускают с использованием пищевых кислот, щелочей или солей для ускорения карамелизации. Сахарный колер простой представляет собой вязкую темно-коричневую массу с массовой долей сухих веществ 70 %, может храниться в широком диапазоне температур от 0 до 30°C до 12 месяцев. Сульфитно-аммиачный колер содержит 55 % сухих веществ и не более 0,1 % сернистого ангидрида, срок его хранения 6 месяцев. Предельно допустимое суточное потребление сульфитно-аммиачного колера – 100 мг/кг массы тела. Колер, производимый в условиях безалкогольного производства, концентрацией 70 % можно хранить в некорродирующих сборниках до 12 месяцев.

Также в производстве безалкогольных газированных напитков используются ароматические вещества. В зависимости от способа производства ароматические вещества подразделяют на несколько групп:

- настои, экстракты, эссенции из натурального растительного сырья;
- эссенции из смеси синтетических веществ или из смеси натуральных и синтетических компонентов;
- вкусо-ароматические смеси (ароматизаторы, эмульсии) с красителями и без красителей;
- вкусо-ароматические основы для специальных напитков (например, энергетических);
- ароматические композиции.

Большое разнообразие вкусовых характеристик напитков определяется разнообразием полуфабрикатов, применяемых для их производства. Для получения полуфабрикатов могут быть использованы практически все виды растительного сырья, съедобных плодов, ягод, существующих в природе. В зависимости от строения, состава и технологических особенностей переработки

плодово-ягодного сырья его условно делят на группы: семечковые, косточковые, ягоды, орехи, субтропические плоды, тропические плоды.

На рассматриваемом производстве изготавливаются напитки – насыщенные диоксидом углерода водные растворы смесей сахарного сиропа, плодово-ягодных спиртованных или натуральных соков, экстрактов плодово-ягодных и из растительного сырья, настоев цитрусовых спиртовых, настоев трав и пряностей, вин, эссенций ароматических пищевых, композиций концентратов для напитков, колера, пищевых кислот, ванилина и других компонентов.

1.2 Характеристика производства

Схематично процесс производства газированных безалкогольных напитков представлен на Рисунке 1.

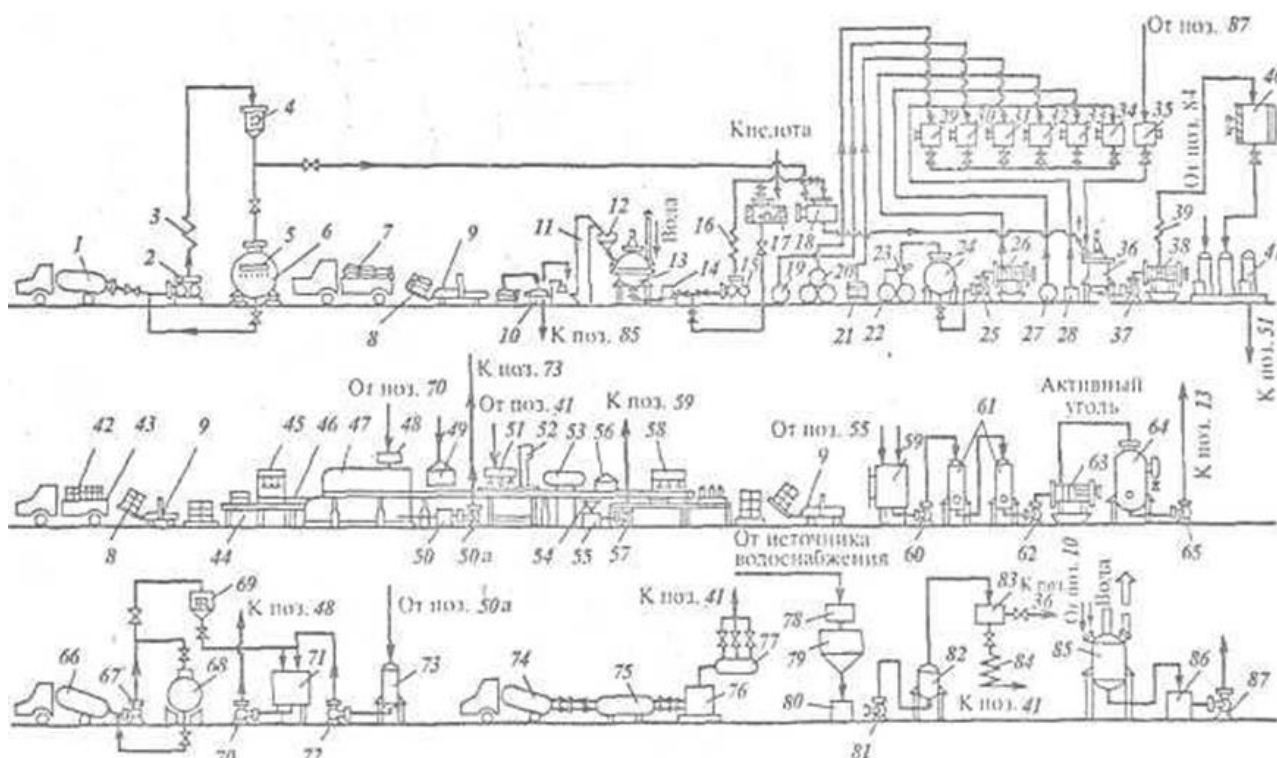


Рисунок 1 — Аппаратурно-технологическая схема производства газированных безалкогольных напитков

Жидкий сахар специализированным автотранспортом 1 доставляют на завод. С помощью гибкого шланга цистерну с сахаром подсоединяют к насосу 2, и жидкий сахар через теплообменник 3 и мерник 4 перекачивают в сборник 6 для

хранения. Сборник оборудован бактерицидными лампами 5. При использовании сахара-песка мешки с сахаром 7 на поддонах 8 доставляют автотранспортом на завод. Пакеты мешков автопогрузчиком 9 снимают с автомашин и доставляют к месту складирования. По мере надобности мешки с сахаром доставляют на поддонах в производственный склад сироповарочного отделения, где после взвешивания на весах 10 сахар ссыпают в приемный бункер ковшового подъемника 11. Далее сахар поступает в промежуточный бункер 12 для хранения, а из него — в сироповарочный котел 13, куда одновременно задают расчетное количество воды. Готовый сахарный сироп направляют на фильтр-ловушку 14, а затем в случае проведения инверсии шестеренным насосом 15 через теплообменник 16 перекачивают в сборник 17 для инверсии сахарозы. В указанный сборник уносят расчетное количество кислоты. Готовый сахарный сироп насосом 15 подают на теплообменник 16, откуда инвертированный сахарный сироп поступает в сборник 18 для хранения.

Бочки 19, 20, 21, 22, 27 соответственно с настоями, экстрактами, концентратами напитков, соками, композициями напитков, ящики 28 с кислотами и другими составляющими напитков поступают на склад для хранения. Соки хранят в стеклоэмалевых или изготовленных из нержавеющей стали сборниках 24, куда их перекачивают насосом 23 из бочек.

После соответствующей подработки (детерпенизации настоев (насыщение кислородом), предварительного растворения концентратов в горячей воде, фильтрования соков на фильтре 26 и т. д.) насосом 25 (или непосредственно из тары) составляющие купажного сиропа задают в сборники-мерники 29—34, установленные на предкупажной площадке. По мере надобности расчетное количество сырья и сахарный сироп из сборника 18 задают в купажный чан 36, откуда после тщательного перемешивания готовый купажный сироп, пройдя фильтр 38 и теплообменник 39, поступает в сборник-мерник 40 купажного сиропа, откуда затем он поступает на синхронно-смесительную установку 41. При приготовлении замутненных напитков купажный сироп не фильтруют. Если напитки готовят методом дозирования сиропа в бутылки с последующим заливом

газированной водой, схема дополнительно комплектуется сатуратором (аппарат для газирования жидкостей), сироподозировочным и смесительным автоматами.

Пустую стеклотару 42 на завод доставляют автотранспортом 43. С помощью автопогрузчика 9 штабеля ящиков с бутылками, установленные на поддоне 8, снимают с автомашин и доставляют их в склад посуды. По мере надобности ящики подают на ленточный транспортер 44, который доставляет их к автоматам 45 для выемки бутылок из ящиков. Пустые ящики ленточным транспортером перемещают к автомату для укладки бутылок в ящики 58, а порожние бутылки пластинчатым транспортером 46 перемещают к бутылкомоечной машине 47. Рабочий раствор щелочи в ванны машины поступает из напорного сборника 48.

Чистые бутылки, вышедшие из бутылкомоечной машины, пластинчатым транспортером последовательно перемещают к световому экрану 49, разливочному автомату 51, укупорочному автомату 52, бракеражному автомату 53, этикетировочному автомату 56 и автомату 58 для укладки бутылок. Отбраковку нечисто вымытых бутылок и некачественных напитков производят визуально перед смотровым экраном.

Брак напитков сливают в воронке 54, откуда он, пройдя промежуточный сборник 55, насосом 57 перекачивается в сборник 59 для рекомендуемой обработки брака напитков активным углем.

Готовую продукцию, упакованную в ящики, сформированные в пакеты, установленные на поддонах, автопогрузчиком 9 доставляют в склад готовой продукции или грузят в автомобили.

Брак напитков целесообразно после удаления аромата насосом 60 передать в колонки 61, заполненные костяной крупкой, для снятия цветности, откуда осветленный брак напитков насосом 62 после фильтрования на фильтр-прессе 63 передают в вакуум-аппарат 64 для уваривания. Затем уваренный брак насосом 65 перекачивают в сироповарочные котлы для окончательного уваривания и кипячения. Отработанную щелочь из бутылкомоечных машин на ряде заводов в целях экономии сливают в сборник 50 для отстоя. Затем отстоявшийся

отработанный раствор щелочи насосом 50 передают на фильтр 73, а из него насосом 12 осветленный раствор щелочи перекачивают в сборник 71 для приготовления рабочего раствора щелочи.

Концентрированную щелочь на завод доставляют в специализированных цистернах 66, откуда ее насосом 67 перекачивают в сборник 68 для хранения. Из этого сборника по мере надобности концентрированную щелочь насосом 67 перекачивают в напорный сборник-мерник 69, из которого она поступает в сборник 71 для приготовления рабочего раствора щелочи. Готовый рабочий раствор щелочи насосом 70 передают в напорный сборник 68 рабочего раствора щелочи.

Диоксид углерода доставляют на завод в жидком виде в специализированных автоцистернах 74, из которых его сливают в стационарные цистерны 75, предназначенные для хранения. По мере надобности диоксид углерода передают на станцию газификации 76, из которой газообразный диоксид углерода через гребенку 77 поступает на синхронно-смесительную установку 41, а из нее газированный напиток направляют на разливочный автомат 57.

Вода, используемая для приготовления напитков, из напорного сборника 78 поступает на фильтр-песочник 79, а из него через промежуточный сборник 80 насосом 81 ее передают на свечной керамический фильтр 82. Затем осветленная вода, пройдя сборник 83 и теплообменник 84, поступает на синхронно-смесительную установку 41.

Используемый для безалкогольных напитков колер приготавливают в колеровочном котле 85, куда загружают сахар после взвешивания его на весах 10. Готовый колер сливают в сборник 86, откуда его по мере необходимости насосом 87 перекачивают в сборник-мерник 35, установленный на предкупажной площадке.

Бутылки из ПЭТФ, сразу же переданные от бутылковывдувной машины на налив напитков, мойке не подвергают. Бутылки из ПЭТФ, поступающие от других предприятий или из промежуточных складских помещений,

рекомендуется перед наливом напитков ополаскивать исправленной питьевой водой. Необходимость такой обработки устанавливается представителями органов Госсанэпиднадзора РФ и предприятия-производителя напитков.

Бутылки из ПЭТФ с напитком укупоривают заворачивающимися полиэтиленовыми пробками и пластинчатым транспортером передают к бракеражному и этикетировочному автоматам, упаковывают в пакеты и укладывают в потребительскую тару.

1.3 Анализ технологического процесса производства заданного изделия

1.3.1 Описание технологической линии производства

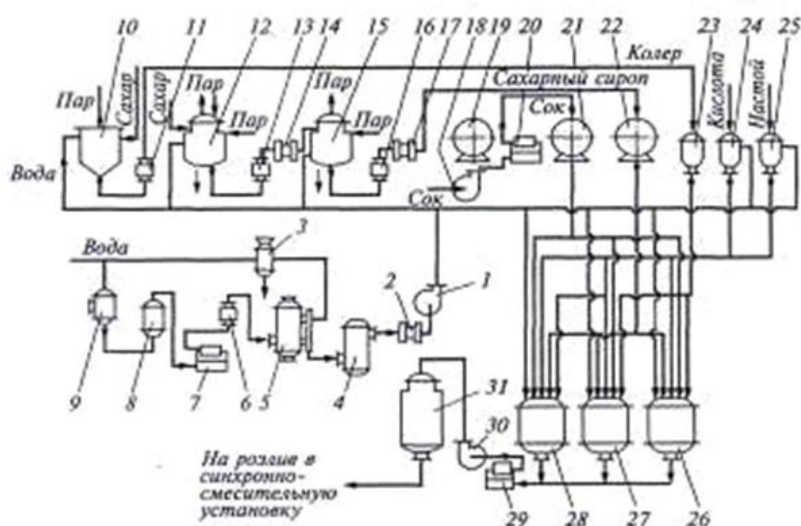


Рисунок 2 — Машинно-аппаратурная схема линии производства газированных безалкогольных напитков

Вода является основным компонентом газированного напитка, сначала она фильтруется в песочном фильтре 9 грубой очистки, а тонкая обеспложивающая фильтрация (фильтрация абсолютно прозрачного пищевого продукта через специальный материал, задерживающий микробы) осуществляется в керамическом свечном фильтре 8.

Для тонкой очистки воды используют фильтр-пресс 7, работающий под давлением. Осветленная вода насосом 6 подается в катионитовый фильтр 5 для умягчения. Регенерация фильтров осуществляется с помощью солерастворителя

3 путем изменения тока воды. Умягченная вода подвергается обеззараживанию ультрафиолетовыми лучами в бактерицидной установке 4. Насосом 1 вода подается в холодильник 2, где охлаждается до температуры 4...7°C и направляется в производство.

Сахар по мере надобности очищают от посторонних примесей, взвешивают и загружают в сироповарочный аппарат 12. Туда же наливают воду в количестве 40% к массе сахара, подают исправимый брак из цеха и кипятят в течение 20-25 минут. Готовый сахарный сироп насосом 13 подают на охлаждение в теплообменник 14.

В целях предотвращения кристаллизации сахарозы и придания сахарному сиропу мягкого и приятного вкуса его направляют в сироповарочный аппарат 15 для инверсии. Инвертный сахар — смесь равных молярных долей глюкозы и фруктозы. Инвертный сахарный сироп после охлаждения в теплообменнике 17 до 25°C насосом 16 перекачивается в сборник 22.

Соки и настои из сборника 19, отфильтрованные при необходимости в фильтр-прессе 20, насосом 18 подаются в стальной эмалированный сборник 21. Для растворения лимонной кислоты и эссенции, а также для приготовления разных добавок на предкупажной площадке размещены сборники 24 и 25.

Колер, используемый для окраски напитков, готовят путем нагревания сахара до 180...200°C в колеровочном аппарате 10, куда наливают воду в количестве 1...3% к массе сахара. Из колеровочного аппарата 10 колер насосом 11 направляется в сборник 23.

Купажный сироп готовится в вертикальных купажных аппаратах 26-28, снабженных мешалками якорного типа. Все компоненты купажа поступают в аппарат самотеком из сборников 21, 23-25, смонтированных на предкупажной площадке. Готовый купажный сироп фильтруется на фильтре 29, охлаждается до температуры 8...10°C и насосом 30 подается в напорный сборник 31, откуда самотеком подается на непрерывно действующую установку для смешивания купажа с водой и насыщения напитка диоксидом углерода.

1.3.2 Моделирование процесса приготовления газированных безалкогольных напитков

Диаграмма в нотации IDEF0 представлена на Рисунках 3-4.

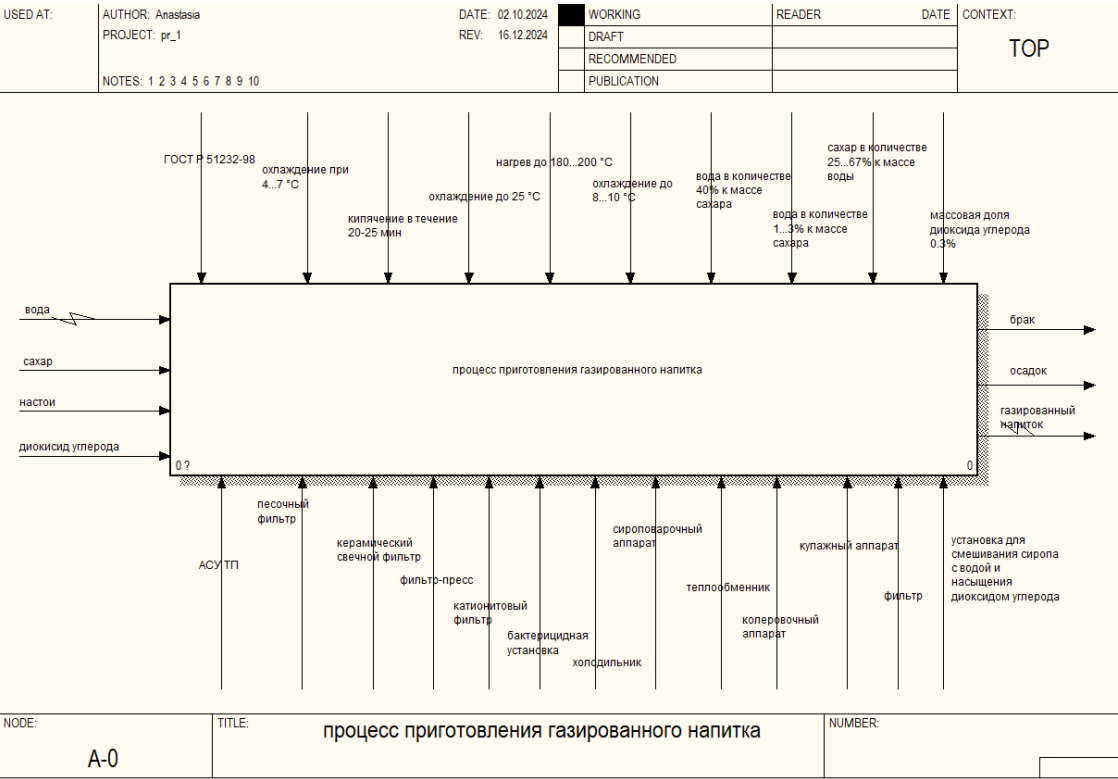


Рисунок 1 — Контекстная диаграмма IDEF0

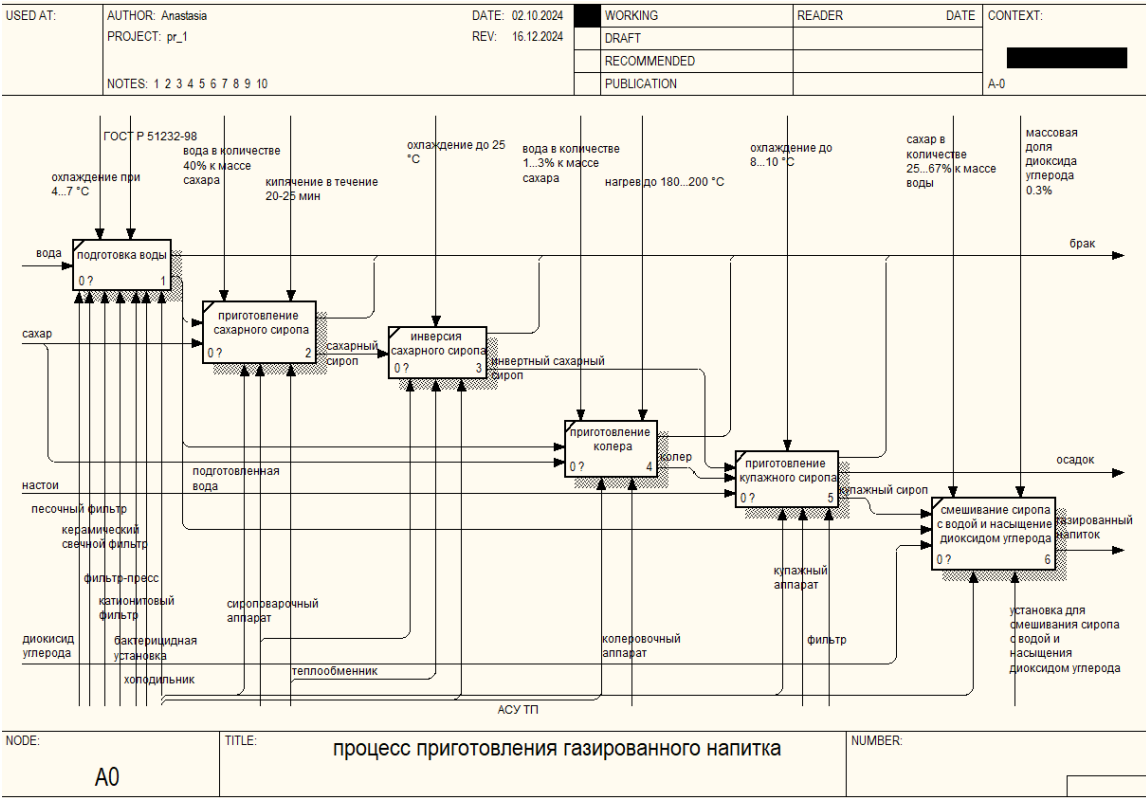


Рисунок 2 — Декомпозиция первого уровня IDEF0

1.3.3 Определение оборудования на производстве и параметров для анализа работы системы

Таким образом, линия производства газированных безалкогольных напитков состоит из следующего оборудования: песочный фильтр грубой очистки, керамический свечной фильтр, фильтр-пресс, катионитовый фильтр, бактерицидная установка, холодильник, сироповарочный аппарат, теплообменник, колеровочный аппарат, купажный аппарат, фильтр, установка для смешивания сиропа с водой и насыщения диоксидом углерода. На разных этапах производства газированных безалкогольных напитков необходимо собирать и анализировать информацию с оборудования о следующих параметрах: температура, расход, уровень, давление, масса.

1.3.4 Определение сотрудников производства

На производстве работают сотрудники: операторы линии, технологи, кладовщики, слесари.

Операторы линии контролирует процесс производства, мониторят состояния процессов. Необходимая информация для них: текущие параметры процессов, состояние оборудования.

Технологи ответственны за составление рецептур, определение требуемых для процессов параметров. Необходимая информация для них: параметры процессов, данные о качестве сырья и готовой продукции.

Кладовщики отвечают за контроль наличия сырья для приготовления продукции и своевременное пополнение запасов. Необходимая информация для них: количество запасов сырья, данные о качестве хранящегося сырья.

Слесари отвечают за техническую настройку оборудования и контроль над его состоянием, а также ремонт при необходимости. Необходимая информация для них: данные с датчиков оборудования, информация о состоянии оборудования.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ И ЗАДАЧ ДЛЯ ЕЕ ДОСТИЖЕНИЯ

В результате анализа предметной области было определено, что необходимо разработать автоматизированную систему с целью сбора, обработки, анализа и хранения данных на всех этапах производственного процесса, мониторинга процессов в реальном времени, оперативного выявления отклонений от норм процессов, оптимизации технологических процессов.

Была составлена модель прецедентов с абстрактными прецедентами, она представлена на Рисунке 5.

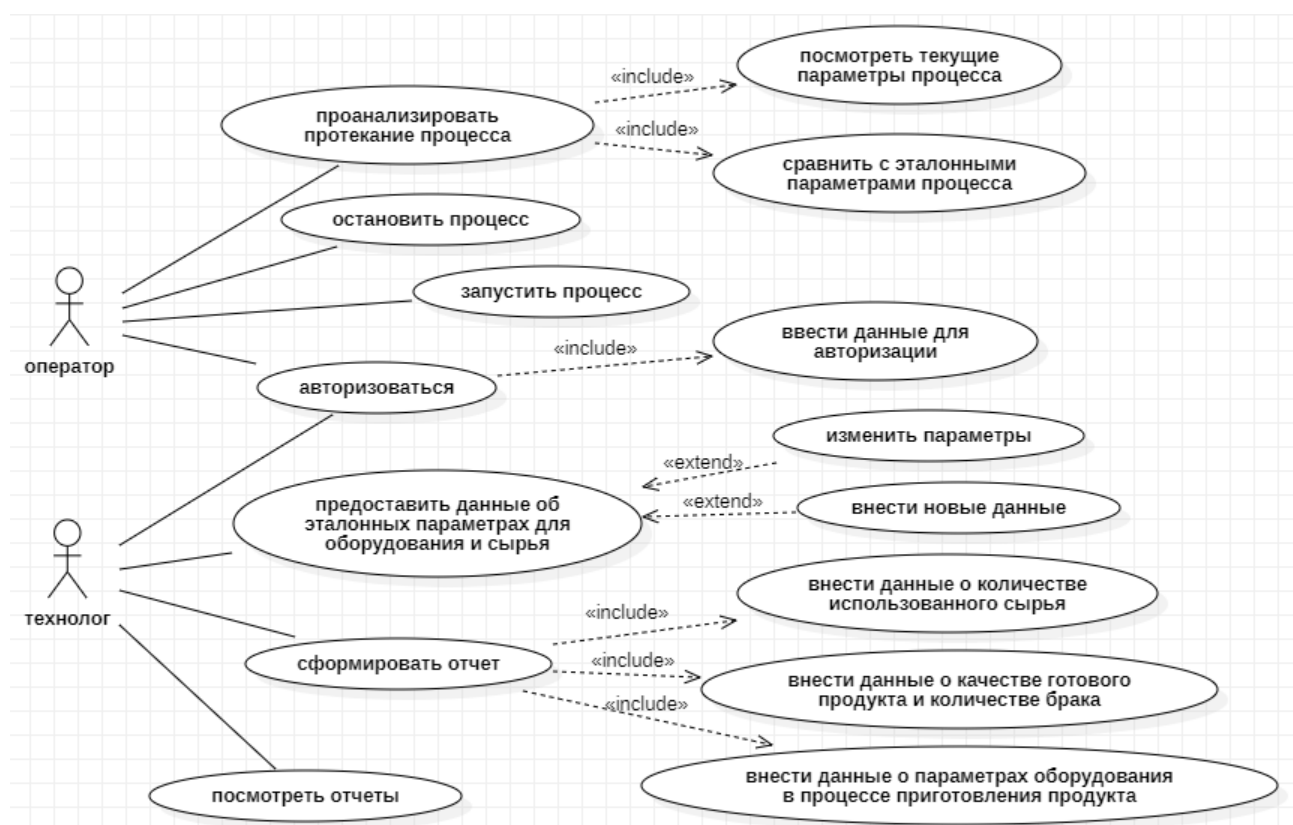


Рисунок 5 — Модель прецедентов с абстрактными прецедентами

Конкретные прецеденты.

1. Прецедент «Проанализировать протекание процесса».

Актёры: Оператор.

Предусловие: Оператор авторизовался и решил проанализировать протекание процесса.

Описание: Оператор может просмотреть данные о текущем протекании процесса.

Постусловие: Оператор получил необходимую информацию.

2. Прецедент «Остановить процесс».

Актёры: Оператор.

Предусловие: Процесс запущен. Оператор авторизовался и принял решение остановить процесс (например, в результате критической ситуации).

Описание: Оператор останавливает процесса работы линии производства газированных безалкогольных напитков.

Постусловие: процесс приготовления остановлен.

3. Прецедент «Запустить процесс».

Актёры: Оператор.

Предусловие: Процесс остановлен. Оператор авторизовался и принял решение запустить процесс (например, в результате устранения неполадок).

Описание: Оператор запускает процесса работу линии производства газированных безалкогольных напитков.

Постусловие: процесс приготовления запущен.

4. Прецедент «Авторизоваться».

Актёры: Оператор, Технолог.

Предусловие: пользователь не авторизован в системе.

Описание: Оператор или Технолог авторизуются в системе для доступа к ее функциям.

Постусловие: пользователь авторизовался.

5. Прецедент «Предоставить данные об эталонных параметрах для

оборудования и сырья».

Актёры: Технолог.

Предусловие: Технолог авторизовался, хочет внести в систему данных об эталонных параметрах для оборудования и сырья

Описание: Технолог вносит данные об эталонных параметрах для оборудования и сырья в соответствии с разработанными рецептурами для напитков.

Постусловие: Технолог внес данные об эталонных параметрах для оборудования и сырья.

6. Прецедент «Сформировать отчет».

Актёры: Технолог.

Предусловие: Технолог авторизовался, хочет сформировать отчет о результатах работы производства за определенный период времени.

Описание: Технолог собирает необходимую информацию для формирования отчетов и составляет отчет.

Постусловие: сформирован отчет Технологом.

7. Прецедент «Посмотреть отчеты».

Актёры: Технолог.

Предусловие: Технолог авторизовался, хочет ознакомиться с созданными ранее отчетами.

Описание: Технолог получает доступ к архиву отчетов.

Постусловие: Технолог получил необходимую информацию из отчетов.

Абстрактные прецеденты.

1. Прецедент «Посмотреть текущие параметры процесса».

Актёры: Оператор.

Предусловие: Оператор выбрал функцию «Проанализировать протекание процесса».

Описание: Оператору предоставляются данные текущих параметрах процесса.

Постусловие: Оператор получил необходимую информацию.

2. Прецедент «Сравнить с эталонными параметрами процесса».

Актёры: Оператор.

Предусловие: Оператор выбрал функцию «Проанализировать протекание процесса».

Описание: Оператору предоставляются данные об эталонных параметрах процесса и отклонении от них текущих параметров.

Постусловие: Оператор получил необходимую информацию.

3. Прецедент «Ввести данные для авторизации».

Актёры: Оператор, Технолог.

Предусловие: пользователь выбрал функцию «Авторизоваться».

Описание: Оператору или Технолог вводят свои данные для авторизации в системе.

Постусловие: пользователь авторизовался в системе и получил доступ к разрешенным для него функциям.

4. Прецедент «Изменить параметры».

Актёры: Технолог.

Предусловие: Технолог выбрал функцию «Предоставить данные об эталонных параметрах для оборудования и сырья».

Описание: Технолог вносит изменения в предоставленные ранее параметры.

Постусловие: внесены изменения в параметры, используемые для приготовления продукта.

5. Прецедент «Внести новые данные».

Актёры: Технолог.

Предусловие: Технолог выбрал функцию «Предоставить данные об эталонных параметрах для оборудования и сырья».

Описание: Технолог вносит новые данные о параметрах для оборудования и сырья в соответствии с разработанными рецептурами новых напитков.

Постусловие: получены новые данные о параметрах оборудования и сырья для приготовления нового типа напитков.

6. Прецедент «Внести данные о количестве использованного сырья».

Актёры: Технолог.

Описание: Технолог выбрал функцию «Сформировать отчет».

Описание: Технолог вносит в отчет данные о количестве использованного сырья в результате приготовления продукта за определенный временной срок.

Постусловие: в отчет внесены данные о количестве использованного сырья в результате приготовления продукта за определенный временной срок.

7. Прецедент «Внести данные о качестве готового продукта и количестве брака».

Актёры: Технолог.

Описание: Технолог выбрал функцию «Сформировать отчет».

Описание: Технолог вносит в отчет данные о качестве готового продукта и количестве брака за определенный временной срок.

Постусловие: в отчет внесены данные о качестве готового продукта и количестве брака за определенный временной срок.

8. Прецедент «Внести данные о параметрах оборудования в процессе приготовления продукта».

Актёры: Технолог.

Описание: Технолог выбрал функцию «Сформировать отчет».

Описание: Технолог вносит в отчет данные об истории изменения параметров оборудования в результате приготовления продукта за определенный временной срок.

Постусловие: в отчет внесены данные об истории изменения параметров оборудования в результате приготовления продукта за определенный временной срок.

Таким образом, задачами для достижения описанной ранее цели разработки автоматизированной системы являются:

- определение информации для сбора, анализа, обработки и хранения;
- определение участков автоматизации производственного процесса;
- определение эталонных параметров для анализа;
- составление моделей физических и информационных потоков данных;
- разработка архитектуры системы;
- разработка программного обеспечения системы;
- тестирование работы системы.

ВЫВОД

В результате выполнения практической работы был выбран технологический процесс производства газированных безалкогольных напитков, проведен анализ предметной области, определена цель разработки автоматизированной системы реального времени и сформулированы задачи для достижения этой цели.