

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая медико-биологическая школа  
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой ПиБ

д.т.н., профессор

И.Ю. Потороко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

## **Разработка линии по производству быстрозамороженных ягод**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР

Руководитель проекта,

к.с.-х.н., доцент

\_\_\_\_\_ Ю.И. Кретьова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор проекта

студент группы МБ–432

\_\_\_\_\_ О.А. Лобанова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтроль,

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Н.В. Попова

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Челябинск 2019

## АННОТАЦИЯ

Лобанова О.А. Разработка линии по производству быстрозамороженных ягод, ВКР. – Челябинск: ЮУрГУ, 2019. 57 с., 3 илл., 13 табл., 3 листа чертежей ф. А1, 51 источник литературы.

Целью данной работы является проектирование линии по производству быстрозамороженных ягод.

В работе представлен анализ потребительского рынка плодово-ягодной продукции, приведено технико-экономическое обоснование проектирования цеха по производству замороженных ягод. Изучены последние технологические разработки в области производства быстрозамороженной растительной продукции, определены требования к качеству исходного сырья и к качеству готового продукта.

В экспериментальной части работы произведены расчеты производственных помещений, подобрано основное оборудование, в том числе холодильное, произведена компоновка оборудования.

Рассмотрены правила безопасности жизнедеятельности на предприятии, определены мероприятия по защите работников от чрезвычайных ситуаций. Разработаны природоохранные мероприятия и даны рекомендации по снижению негативного воздействия предприятия.

|                  |             |                      |                |             |                                                                         |                          |             |               |
|------------------|-------------|----------------------|----------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------|---------------|
|                  |             |                      |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i>                                   |                          |             |               |
| <i>Изм</i>       | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i>      | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                                                         |                          |             |               |
| <i>Разраб.</i>   |             | <i>Лобанова О.А.</i> |                |             | <i>Разработка линии<br/>по производству<br/>быстрозамороженных ягод</i> | <i>Лит.</i>              | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Провер.</i>   |             | <i>Кротова Ю.И.</i>  |                |             |                                                                         |                          | 4           | 57            |
| <i>Реценз.</i>   |             |                      |                |             |                                                                         | <i>ЮУрГУ Кафедра ПиБ</i> |             |               |
| <i>Н. Контр.</i> |             | <i>Попова Н.В.</i>   |                |             |                                                                         |                          |             |               |
| <i>Утверд.</i>   |             | <i>Потороко И.Ю</i>  |                |             |                                                                         |                          |             |               |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                 | 6  |
| 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                         | 8  |
| 1.1 Современные подходы в организации производства<br>быстрозамороженных ягод .....                           | 8  |
| 1.2 Обзор современных холодильных технологий и оборудования для<br>производства быстрозамороженных ягод ..... | 10 |
| 1.3 Классификация и характеристика холодильных помещений .....                                                | 16 |
| 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                                                                     | 22 |
| 2.1 Техничко-экономическое обоснование проектирования цеха.....                                               | 22 |
| 2.2 Характеристика предприятия и ассортимент выпускаемой продукции...                                         | 26 |
| 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....                                                                                | 29 |
| 3.1 Описание производственного процесса изготовления<br>быстрозамороженных ягод.....                          | 29 |
| 3.2 Расчет производственной мощности технологических линий.....                                               | 31 |
| 3.3 Расчет расхода сырья и полуфабрикатов.....                                                                | 32 |
| 3.4 Расчет и подбор основного технологического оборудования.....                                              | 33 |
| 3.5 Устройство и принцип действия линии.....                                                                  | 37 |
| 3.6 Расход упаковочных материалов.....                                                                        | 40 |
| 3.7 Расчет производственных помещений.....                                                                    | 41 |
| 3.8 Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки сырья к пуску<br>в производство .....               | 43 |
| 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                                                                         | 45 |
| 4.1 Обеспечение условий безопасности труда на производстве.....                                               | 45 |
| 4.2 Мероприятия по охране окружающей среды.....                                                               | 48 |
| 4.3 Экологическая безопасность.....                                                                           | 48 |
| 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                                                | 49 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                                                               | 53 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....                                                                                 | 54 |

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       | 3           |

## ВВЕДЕНИЕ

В ряду важнейших проблем сельскохозяйственной отрасли в стране, большое значение имеет проблема обеспечения населения разнообразной, качественной и безопасной продукцией. Как известно, растут нормы потребления продуктов, в связи с чем растет и объем производства растительной продукции. На сегодняшний день наблюдается тенденция к увеличению некачественного и некондиционного растительного сырья, в частности, фруктов и ягод. Таким образом, отечественная продукция, как свежая, так и замороженная, уступает импортной.

Одним из важнейших условий сохранения качества и свойств растительного сырья является его охлаждение и замораживание. Холод используется почти на всех этапах производства продукции, в том числе растительной. Ответственным моментом в этом плане является подбор современных холодильно-морозильных установок. В этом плане важен выбор холодильных систем и условий холодильной обработки, в зависимости от особенностей плодово-ягодного сырья и целевого назначения (хранение, замораживание).

Замороженные ягоды и плоды сегодня занимают значительное место в рационе питания человека, ввиду того что в их составе содержатся все необходимые витамины и микроэлементы, легко усваиваются и способствуют пищеварению. Регулярное употребление фруктово-ягодной продукции способствует поддержанию общего высокого уровня здоровья человека.

В замороженном сырье хорошо сохраняются витамины, ароматические, красящие и другие вещества, поскольку быстрое замораживание способствует прекращению развития микроорганизмов и биохимических процессов в плодах и ягодах. Метод консервирования является одним из самых прогрессивных и перспективных, особенно при производстве продуктов для детского и диетического питания.

Одним из преимуществ замораживания ягод является использование легкой бумажной полимерной упаковки.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 4           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Таким образом, производство замороженных ягод весьма перспективный проект, способствующий увеличению популярности здоровой и качественной пищи у местных жителей.

Сфера использования замороженных ягод достаточно широка – они используются в консервировании, приготовлении домашних блюд, в общественном питании в качестве десертов и из составляющих, а также отдельных групп продукции.

Все эти факторы учитывают при проектировании производства быстрозамороженных ягод. В связи с этой темой дипломной работы является актуальной.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование цеха малой мощности по производству быстрозамороженных ягод и плодов. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать потребительский рынок производства быстрозамороженной плодово-ягодной продукции;
- проанализировать современные холодильные технологии и оборудование для производства быстрозамороженной плодово-ягодной продукции;
- провести технико-экономическое обоснование проектирования цеха;
- определить ассортимент выпускаемой продукции на предприятии;
- определить и рассчитать основное производственное оборудование и оборудование для приема, хранения, подготовки сырья к пуску производства;
- произвести эффективную компоновку проектируемого предприятия;
- определить мероприятия по охране безопасности жизнедеятельности на предприятии.

# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Современные подходы в организации производства быстрозамороженных ягод

Российский рынок замороженной ягодной продукции имеет большой потенциал и в последние годы активно развивается в своем качественном и количественном выражении, ежегодно демонстрируя высокие показатели [8].

Однако значимая часть потребительского рынка до сих пор представлена товарами зарубежных производителей: на сегодняшний день в структуре рынка замороженных фруктов и ягод в России около 80 % мороженой продукции являются продуктом зарубежного происхождения, на российскую продукцию приходится около 20 % соответственно [29].

Ведущие поставщики замороженных фруктов и ягод на отечественный рынок в 2018 году это – Сербия (25 % от общего объема импортных поставок в денежных показателях), Беларусь, Китай (по 22 % соответственно) и Египет (21 %).

Рассмотрим динамику развития российского рынка в последние годы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Динамика объема российского производства быстрозамороженной плодово-ягодной продукции в 2015 – 2018 гг.

С 2015 года по 2018 год производство выросло более чем в 11 раз. Так в 2017 году объем производства увеличился на 156,8 % и по итогам года составил 3252,6 тонн.

В 2017 году отечественные производители заготовили 11227 тонн замороженной продукции. Таким образом, рост по сравнению с предыдущим годом составил 245,2 %. Производство замороженных фруктов и ягод в июле 2018 года увеличилось на 146,2 % к уровню июля прошлого года и составило 2293,6 тонн.

Территориально производство замороженных фруктов и ягод в России сосредоточено в регионах с более приспособленным для этих целей климатом. Так, более 90 % всей продукции производят в четырех федеральных округах. Безусловным лидером является Южный федеральный округ. В 2017 году там произвели более половины всей продукции данной категории. На втором месте идет Центральный федеральный округ с долей производства 21,6 %.

Около двух тонн продукции было произведено в Сибирском федеральном округе, что составило 17,4 % от общего количества. В Приволжском и Уральском федеральных округах доля производства составила 2,9 % и 2,6 % от общего объема в России [5].

Среди множества российских производителей замороженных ягод и фруктов следует выделить несколько основных:

компания «Айсберри», торговая марка «4 сезона» – на предприятиях компании выпускаются различные наименования ягод, фруктов, овощей, а также фасуется и упаковывается продукция для реализации в розничных сетях с собственной торговой маркой ;

ЗАО «Томская продовольственная компания», выпускающая обширный ассортимент ягод и плодов, выращенных на собственных угодьях, одна из крупнейших в сибирском регионе;

ООО «Скан-Нева», «Ладога Фуд», «Норфрюз» – производят лесные замороженные ягоды, которые свежими были собраны на полях и в болотистой местности Северо-Западного региона. Работают по большей части на

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 7           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

европейских потребителей, высоко оценивающих качество и полезные свойства лесных ягод.

Не смотря на рост покупательской способности и повышение доверия населения к отечественному производителю, в настоящее время импортные фрукты и ягоды преобладают на российском рынке. Однако отечественные производители продолжают наращивать свой потенциал [4].

## 1.2 Обзор современных холодильных технологий и оборудования для производства быстрозамороженных ягод

Для обеспечения населения РФ отечественной плодово-ягодной продукцией существенную роль играет расширение объемов производства и реализации быстрозамороженных овощей, фруктов и готовой продукции, являющихся источником витаминов и биологически активных веществ. Быстрое замораживание предотвращает потери от порчи и убыли массы свежей и переработанной продукции, позволяет длительно сохранять ее пищевую ценность, обеспечивает высокий уровень микробиологической безопасности. Ежедневное включение в рацион питания свежей и замороженной растительной продукции позволит укрепить здоровье населения страны и увеличить продолжительность жизни. Производство замороженной плодово-ягодной продукции важно также с точки зрения создания резервных запасов страны на случай экологических катаклизмов [1, 5].

Применение современных холодильных технологий и, в первую очередь, технологий быстрого замораживания различной плодово-ягодной продукции является актуальной задачей импортозамещения в системе организации питания населения РФ.

Российские ученые и технологи на протяжении последних лет проводят работы по внедрению современного оборудования, направленного на функциональность, эффективность и скорость производства, экологичность, безопасность и эргономичность. Быстрое технологичное оборудование будет способствовать развитию конкуренции, а значит, динамике в цене [1, 2, 3].

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 8           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |



Одним из самых популярных выступает криогенный хладагент, включающий ряд веществ:

- жидкий азот;
- жидкий диоксид углерода;
- твердый диоксид углерода.

Смесь из этих веществ обладает неоспоримыми преимуществами:

- экологическая безопасность;
- высокая скорость и эффективность заморозки;
- сопоставление внутренней среды оборудования с внутренней;
- сохранение абсолютно всех веществ и качеств продукции;
- низкие энергозатраты.

Пригодность и качество ягодного сырья для замораживания определяют рядом факторов [1, 23]:

- видовой состав;
- особенности сорта ягоды;
- степень зрелости или спелости;
- условия произрастания;
- устойчивость к повышенным или пониженным температурам.

Стоит отметить, что заморозка подходит не для всех видов ягод, плодов и фруктов. Например, консистенция и вкус арбуза значительно меняется после заморозки, а вишня, наоборот становится будто еще ароматнее и слаще после заморозки.

Существует несколько способов заморозки продукции:

- по принципу отвода тепла от продукта – резкое охлаждение в морозильной камере или шоковом морозильнике;
- замораживание «в кипящем» фреонном слое – опускание ягод в кипящий хладагент, ягода замораживается моментально, причем не изменяет своих внешних свойств, процесс заморозки происходит автономно;
- контактное одностороннее замораживание ягод – опускание ягод на тонкую пластину, через которую подается замораживающий воздух;

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 9           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

– контактное двусторонне замораживание ягод – распределение ягод на пластине и накрывание другой такой же пластиной.

Чем меньше ягода, тем быстрее она замораживается.

Режим замораживания плодовойгодной продукции состоит из трех стадий:

1) стадия охлаждения, заключается в интенсивном отводе теплоты от продукта, снижении температуры до криоскопических значений;

2) стадия кристаллизации, в ходе которой происходит изменение состояния воды, т.е. растут и обрастают формой ледяные кристаллы;

3) домораживающая стадия, в ходе которой происходит охлаждение до криоскопических температур, от краев продукта к его центральной части. Дальнейший этап снижения температуры до  $-18...-20$  °С, при которой происходит инактивация всех ферментных систем, останавливаются биохимические процессы во всех клетках тканей и наступает его консервация.

Способ замораживания в «кипящем слое» хладагента эффективен, поскольку холодный воздух, подаваемый под давлением, приводит к тому, что промывание всей поверхности взвешенных частиц, при высоком давлении и потоке, оказывает большее влияние на качество замораживания и хранения продукта.

Наиболее быстрый метод замораживания включает применение кипящих охлаждающих жидкостей, таких как жидкий азот, фреон и так далее. В этом случае вся поверхность изделия участвует в теплообмене, а очень низкая температура обеспечивает охлаждение в течение нескольких минут или секунд.

Обоснован метод замораживания водных покрытий, мелких плодов, сгущенных овощей и выявлена его высокая эффективность. Технология холодильного охлаждения была разработана с использованием низкотемпературных контейнеров или рефконтейнеров (температура  $-18$  °С) с дополнительными  $0,1-1$  кг сырья для добавления сырья в массу сырья. Скорость процесса, которая характеризуется чрезвычайно холодными условиями охлаждения, снижает затраты на замораживание по сравнению с азотными машинами, обеспечивая высокое качество замороженных продуктов

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 10          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

и микробную безопасность Комплексное высокоскоростное охлаждение с высоким содержанием CO<sub>2</sub> в газе средней продолжительности десублимации сухого льда обеспечивает лучшую защиту витамина С от плодов (до 90 % и более), уменьшает сокоотдачу при дезинфекции на 10–27 %, обеспечивает более значительный тормоз на поверхности микрофлора.

Производство и реализация замороженных овощей, фруктов и готовых продуктов, являющихся источниками витаминов и биологически активных веществ, играют важную роль в обеспечении населения Российской Федерации качественной плодовой продукцией. Замораживание предотвращает потерю массы и потерю свежести продуктов, обеспечивает сохранение питательной ценности, обеспечивая высокий уровень микробиологической безопасности. Ежедневный рацион из свежих и замороженных растительных продуктов улучшит здоровье и продолжительность жизни населения. Производство замороженных продуктов также важно как фактор создания в стране резерва на время экологических катаклизмов.

Применение современных технологий охлаждения и, прежде всего, технологии быстрого замораживания различных ягод и плодов является важнейшей проблемой для системы пищевого производства в Российской Федерации, потому как в нашей стране перспективное направление высокотехнологичной переработки растительной продукции только начинает функционировать.

Фундаментальная и прикладная работа ученых в последние годы дает возможность обосновать ряд сфер как эффективные способы повышения конкурентоспособности производства растительных продуктов и конкурентоспособности производства быстрозамороженных фруктов [23].

Рассмотрим высококачественную технология пр производству фруктов.. Предварительное охлаждение растительных материалов на заключительной стадии подготовки сырья (после мойки) для сокращения продолжительности процесса замораживания путем применения расширенных режимов охлаждения в емкостях (-35...-45 °С) и для продления срока хранения продукта до 24

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 11          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

месяцев. Для повышения безопасности продукта был разработан ряд антиперспективных методов обработки сырья, оборудования и пространства, что значительно снижает микробную эякуляцию и повышает санитарногигиеническую безопасность замороженных продуктов.

В последние годы в связи с необходимостью замены озоноразрушающих хладагентов было уделено внимание использованию нетрадиционных криогенных хладагентов (жидкий азот, жидкий и твердый диоксид углерода), которые обладают рядом важных преимуществ:

- экологическая безопасность;
- высокие скорости охлаждения;
- снижение потребления энергии, влияние низких температур.

Кристаллизация характеризуется кристаллическим стенозом и скоростью его роста (скорость роста льдинок). Когда вода замерзает, образуются спиралевидные кристаллы, которые появляются при медленном темпе охлаждения. При охлаждении средними и высокими импульсами, появляются кристаллы (дендриды) неправильной формы, а сверхбыстрые образуют округлые кристаллы [25]. Форма кристалла определяется скоростью охлаждения. При быстром охлаждении интенсивного отвода тепла получают более качественные замороженные растительные продукты. Чем ниже температура охлаждения, тем больше кристаллических центров появляется в тканях продукта и тем меньше. В то же время клетки ткани в продукте имеют менее разрушительные изменения, а сок остается в тканях, но не течет. Большие кристаллы льда сильнее при более медленном охлаждении, чем поврежденные клетки, чем маленькие кристаллы, которые подвергаются быстрому охлаждению [25].

Метод замораживания ягод и плодов состоит из трех этапов:

- 1) фаза охлаждения (отвод интенсивного тепла от продукта);
- 2) фаза кристаллизации (фазовый перехода, когда кристаллы льда начинают увеличиваться в объеме);
- 3) фаза замораживания (кристаллы из периферийных слоев доходят до

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 12          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

температуры кристаллизации).

Охлаждение на этой стадии характеризуется дальнейшим снижением температуры продукта до  $-18...-20$  °С, в течение которого все неактивированные ферментные системы активизируются, также как и биохимические процессы во всех клетках и тканях.

Температура охлаждающей среды и объем продукта имеют решающее значение для теплообмена и продолжительности заморозки, рекомендуемая температура для которой  $-30...-35$  °С [24].

Перекристаллизация. До недавнего времени считалось, что замороженная продукция были стабильна и не подвергается структурным изменениям до размораживания. Замороженный раствор (шоковое замораживание) в виде прозрачных сферических кристаллов становится непрозрачным после определенного падения температуры. По мере повышения температуры кристаллы начинают приобретать вид крупных зерен, постепенно сливаясь в монолитные кристаллы льда. Сначала этот процесс протекает медленно, но по мере приближения к хромосоме процесс ускоряется. Поэтому рекомендуется хранить растительную продукцию при температуре не выше определенного уровня, чтобы свести к минимуму негативное влияние снижения обработки.

Замораживания. Теоретически, плавление замороженного раствора происходит в начале рециркуляции, и на практике в качестве точки плавления принимается переход от твердого к жидкому [25]. После заморозки растительные ткани теряют свою пробку, ее эластичность, отток сока, клетки теряют способность уменьшать или увеличивать объем. Повреждение тканей происходит из-за кристаллов льда, которые фиксируются микроскопом.

Охлаждающие ягоды классифицируются по принципу тепловыделения продукта. Как правило, морозильная среда находится в воздухе при разных скоростях и температурах, чаще всего  $30-40$  °С. Охлаждение происходит в разных охлаждающих устройствах, где воздух движется со скоростью  $1-2$  м/с. Охлаждающие батареи устанавливаются рядом с замерзшим объектом для ускорения охлаждения, что приводит к ускорению этого процесса. Наилучшим

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 13          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

эффектом является охлаждение продукта, поскольку он обеспечивает оптимальную толщину. На большинстве мерзлых поверхностей хорошее охлаждение мелких продуктов (ягод) и более качественных «нарезанных грядок», также называемых псевдооживлением. Способ контакта на металлической пластине охлаждения в одностороннем порядке охлаждается для построения ряда охлаждающих устройств. Этот метод указывает на недостаточную степень теплообмена на поверхности продукта при длительном охлаждении. При двойном охлаждении около 60–70 % поверхности включает активный теплообмен в зависимости от толщины изделия и его высокой эффективности [12].

Если поток подаваемого воздуха используется в качестве охлаждающего компонента, вся поверхность продукта не участвует в активном теплообмене, и в этом случае нарушается процесс комбинированного охлаждения. Активный теплообмен в направлении смеси на воздухозаборнике, включая всю поверхность продукта при низких отрицательных температурах и достаточной скорости воздуха способствует быстрому охлаждению и структура льда имеет одинаковую форму.

В случае жидкостного охлаждения продукта (жидким хладагентом) желательно обеспечить медленное вращение продукта, что способствует устранению вредного влияния воздушного потока на скорость замерзания и появления неделательного льда на поверхности продукта, поскольку воздух постепенно движется к центру.

### 1.3 Классификация и характеристика холодильных помещений

При проектировании безопасного холодильного оборудования важно учитывать их классификацию. Холодильные камеры классифицируются в соответствии с требованиями, изложенными в СП 109.13330.2012, со следующими характеристиками [43]:

1) функциональное назначение:

– холодильники, хранящие продукцию на протяжении длительного срока;

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 14          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

– распределительные холодильники, основной функцией которых является хранение продуктов питания, продуктов, которые являются скоропортящимися при транспортировке продуктов питания, оптовых и коммерческих предприятий;

– промышленные холодильники, используемые в пищевой промышленности, которые технически участвуют в переработке и переработке продуктов;

– холодильные камеры для хранения фруктов и овощей.

2) структурный проект здания;

– внутренняя рама без крыши;

– высотные здания без внутренней облицовки, без чердака.

3) материалы несущие и гармоничные материалы;

– железобетонные и каменные конструкции с утепленной кровлей;

– легкие металлические и стальные конструкции с использованием теплоизоляции «сэндвич-панели»;

– железобетонный каркас, ограда «сэндвич-панели».

4) по степени огнестойкости:

I – здания, несущие опоры и вкладыши из натуральных и искусственных каменных материалов, бетонные или бетонные конструкции с использованием материалов класса NG.

II – железобетонные или стальные каркасные здания.

III – улучшена конструкция конструкции зданий.

IV – здания со структурными схемами.

5) по объему они делятся на:

– небольшие (до 2,5 тыс. куб. м);

– средний (2,5 – 20 куб. м);

– большой (более 20 тыс. куб. м).

Правильное хранение замороженной плодоягодной продукции имеет большое значение, потому как размороженная даже частично продукция теряет свои товарные качества. Ягоды и плоды, замороженные, хранят в морозильных

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 15          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

камерах в течение 3 – 6 месяцев при температуре от -15 до -25 °С и относительной влажности воздуха 75 – 80 % [14, 47].

Таким образом, конструктивные особенности конструкции холодильного оборудования влияют на качество и безопасность любого хранящегося в нем охлажденного и замороженного товара [6].

Для проектирования холодильных и морозильных помещений на предприятиях пищевой промышленности пользуются сводом правил СП 109.13330.2012, распространяемых на холодильные, складские помещения для замораживания и хранения пищевых продуктов.

В основе проектирования лежит конструкция различных типов холодильников, основанная на определенных принципах. Остановимся подробнее на каждом из них [46]:

1. Пространственно-планировочные и дизайнерские решения.

Холодильные здания предназначены для одноэтажных и многоэтажных зданий. Образцы хладагента должны быть устойчивы к низким температурам и высокой влажности, и в то же время прочны, долговечны, огнестойки и экономичны. Эти требования наилучшим образом подходят для производства готовых бетонных железобетонных конструкций, методов промышленного строительства.

Размеры балок, колонн, основ и панелей основаны на типовых решениях, разработанных ведущими проектными организациями. Холодильные постройки изготавливаются без рам или конструктивных схем.

Преимуществами каркаса бетонных конструкций являются отсутствие антикоррозийной защиты, огнестойкость и меньший расход металла. Недостатком является большая часть элементов, которые затрудняют строительство, особенно в отдаленных местах. Фонды берут на себя весь груз из строительных конструкций, товаров и оборудования и транспортируют их на землю.

В конструкции холодильников использовались ленточный монолит и гонконгская, колонная (свободная) и сплошная опорная плита.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 16          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |



Для защиты почвы в качестве термостойких жидкостей используются полы с подогревом и материалы. Еще один эффективный способ заморозить землю - это построить подземные полы.

В охлаждающих устройствах используют двухскатные кровли около 2 %. Материалы, используемые для покрытия, являются водостойкими, стеклянными кровельными или кровельными материалами, которые укладывают на несколько слоев битума. Двери холодильные - наклонные и раздвижные. Раздвижные двери более удобны, так как не мешают погрузке и разгрузке двигателей и транспортных средств.

2. Тепловые требования к каркасным конструкциям. Внешние климатические эффекты воздействуют на внешние запорные конструкции: температуру наружного воздуха, влажность и общую (прямую и рассеянную) солнечную радиацию. Температура наружного воздуха отображается в замороженных помещениях выше температуры воздуха. В камерах требуется воздушное охлаждение, а в то время, когда температура воздуха ниже, необходим воздушный поток [47].

В тех случаях, когда наружные стены морозильных камер защищены от воздействия солнечной радиации, размер периода замерзания в день определяется среднегодовой температурой наружного воздуха через погрузочные платформы, подсобные помещения, солнцезащитные экраны или другие структурированные средства.

### 3. Тепловые и паровые барьеры

Теплоизоляционные материалы каркасных конструкций должны соответствовать следующим требованиям:

- расчетная теплопроводность, не более 0,07 Вт/м;
- водопоглощение в течение 24 часов не превышает 5 %;
- максимальная влажность не более 3 %;
- морозостойкость не менее 25 тепловых циклов;
- биостабильность (устойчивость к заражению бактериями и грибами, вызывающими гниение);

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 17          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

- не устраняет запах;
- не вызывает коррозии металла.

Следующие основные требования к паровым и гидроизоляционным и уплотнительным материалам для защиты от влаги, паров и жидкой влаги:

- коэффициент паропроницаемости, не превышающий  $0,005 \text{ мг} / (\text{м} \times \text{р} \times \text{р})$ ;
- поддержание эластичности и липкости на поверхности строительных конструкций при отрицательной, переменной и высокой температуре.

Тепло- и пароизоляция в замерзших помещениях должна быть непрерывной на всей поверхности промерзающей линии здания.

Температурные и парообразные свойства стеновых панелей и выравнивающих панелей должны быть как можно ближе к свойствам основного ограждения.

4. При проектировании охлаждаемых зданий с отрицательной температурой воздуха во внутренних помещениях, расположенных во всех строительноклиматических зонах, кроме внешних, необходимо обеспечить защиту от холода [45].

Основные способы защиты основного грунта от холода до холода.

- оборудование для систем искусственного отопления (электрообогрев, вентиляция, отопление антиразбрызгиванием);
- прибор вентилируется или проветривается под землей;
- погреба осушительной температуры воздуха.

5. Отопительные, отопительные и вентиляционные работы.

Очистка воздуха от аммиачных холодильных машин и оборудования осуществляется в соответствии с СП 60.13330.

Активная вентиляция должна быть обеспечена как в вентилируемых помещениях, так и снаружи (наружные двери), а также автоматически, когда концентрация аммиака в помещениях превышает максимально допустимый уровень [46, 47].

Для взрывоопасности помещений необходимо предусмотреть герметизацию электропроводящих систем и питания для оборудования. Необходим

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 18          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

регулярный контроль за напряжением, особенно во время работы максимального количества машин и приборов.

#### 6. Водопровод и канализация.

Холодильники должны быть оснащены системами питьевой воды, промышленного и противопожарного водоснабжения и канализации.

Холодильные постройки должны обеспечить открытие внутренних производственных сетей водоснабжения. Монтаж водопроводных сетей в холодильных помещениях не допускается.

Охлаждающим машинам и холодильным агрегатам разрешается использовать воду со следующими основными показателями:

- общая жесткость 2 – 6 мг/час;
- наличие свободной углекислоты: 10 – 100 мг/час;
- концентрация ионов водорода рН = 6,5 – 8;
- БКП 2 – 5 мг/л;
- железо 0,1 – 0,3 мг/л.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 19          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Технико-экономическое обоснование проектирования цеха

Проект цеха быстрой заморозки плодово-ягодной продукции является одним из ключевых в сфере пищевых предприятий, т.к. его задачей становится производство качественной замороженной продукции, способной сохранять свои свойства и вкусовые качества на протяжении длительного времени. Главная особенность сезонных ягод – их кратковременное появление, например, период появления клубники в июне составляет не более трех недель, смородины в июле – не более месяца. Такая продукция не хранится длительное время, однако, как раз в зимнее время года потребление витаминных ягод способствует укреплению здоровья человека и полезно для детей. Поэтому такой проект позволит пользоваться продукцией, выращенной летом круглый год.

Еще одним моментом в процессе производства быстрозамороженных ягод является возможность сохранить вкусовые качества лесных и болотных ягод. В данном проекте в качестве специфичной ягоды выбрана клюква, которую многие люди недооценивают. Многие лесные ягоды активно экспортируются в европейские страны, где они оцениваются потребителем очень высоко. К тому же этот продукт экологически чистый, без добавления сахаров, посыпок, добавок [15].

Поэтому целесообразность данного проекта не подвергается сомнению, с учетом того, что для производства были выбраны самые популярные у потребителей ягоды и плоды [22].

Проектируемый цех планируется разместить в г. Пенза.

Мощность производства невысокая, поэтому принимаем одноэтажное здание. Для лучшего распределения строительных квадратов выбрана сетка колон 6х12 метров. Площадку для строительства проектируемого цеха необходимо выбирать на землях, малопригодных для сельскохозяйственного использования.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 20          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Для выбранного цеха выбрано место вдали от промышленных и перерабатывающих предприятий.

На предприятии предусмотрены подъездные пути и пожарный резервуар, а также площадка для сбора мусора.

Способ доставки сырья в цех осуществляется автомобильным транспортом. Предприятие должно снабжаться топливом, водой и электроэнергией. Топливом для питания котельной является газ, питание электроэнергией производится от районной подстанции [28].

При проектировании учитывается необходимость обеспечения безопасных условий труда на базе современной технологии, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов при строгом соблюдении технологической и трудовой дисциплины.

Проектируемое предприятие представляет собой отдельно стоящее здание. На территории предприятия имеются транспортные, пешеходные маршруты и производственные площадки с твердым водонепроницаемым покрытием, ливневой канализацией, устраняющие застойные осадки, ограждения и отвечающие санитарным требованиям по благоустройству территории, естественному освещению и вентиляции, а также уровню грунтовых вод [11].

Хозяйственная зона (ремонтные мастерские, гаражи, склады и т.д.) расположена не ближе 50 м от ближайших проемов производственных помещений.

В производственных и складских помещениях предусмотрены меры по защите от проникновения грызунов [10]:

- сплошные герметичные двери;
- герметичность проемов вокруг коммуникационных сетей;
- мелкая металлическая сетка на вентиляционных отверстиях.

Полы в производственных помещениях имеют твердую, не адсорбирующую поверхность, не скользкие и изготовлены из прочного водонепроницаемого, нетоксичного, кислотоустойчивого и маслостойкого материала, легко моются, дезинфицируются и правильно высушиваются. Пол без выступов и участков

застоя воды. Наклоны лотков и каналов не меньше, чем уклон пола. Швы между полом и стенами являются водонепроницаемыми и легкодоступны для чистки и дезинфекции благодаря созданию гидроизоляционного ковра толщиной 300 мм.

Внутренние стены имеют гладкую водо- и ударопрочную поверхность, окрашены в светлый цвет и легко моются.

Для хранения чистящего оборудования, моющих и дезинфицирующих средств должны быть предусмотрены складские помещения, специальные шкафы и лари. В производственных помещениях предусмотрены:

1) промывка кранов из расчета: 1 кран на 150 кв. м (не менее одного на комнату), кронштейны для хранения шлангов [1];

2) для мытья рук в мастерских устанавливаются раковины с подводкой для горячей и холодной воды, оснащенные смесителями, оснащенные мылом, щеткой, дезинфицирующим раствором, одноразовыми полотенцами или электрическими полотенцами.

В составе помещений производственного отдела есть несколько групп - административные помещения, производственные, технические и вспомогательные помещения [19].

Все помещения расположены в соответствии с производственной линией и взаимосвязаны. Административные помещения расположены отдельно.

Погрузка сырья и отгрузка продукции осуществляется сотрудниками в цехе накопления сырья и в транспортно-экспедиционном отделе, из которого готовая продукция отправляется на продажу.

Холодоснабжение обеспечивается компрессорным отсеком, который работает автономно. Температура в холодильной камере -15 °С.

В ассортименте проектируемого цеха представлены замороженная вишня, клубника, клюква и черная смородина, которые пользуются высоким спросом у потребителей, используются в приготовлении напитков и сладких блюд.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 22          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Цех быстрой заморозки плодово-ягодной продукции проектируется для отдельно стоящего одноэтажного здания, оборудованного системами водоснабжения, канализации, энергоснабжения, теплоснабжения.

Предприятие имеет зону транспорта, пешеходных маршрутов и производственных площадок с тяжелым водонепроницаемым покрытием, ливневой канализацией, устранением осадков, ограждением и соответствует зелени, требованиям естественного освещения и вентиляции, а также уровням грунтовых вод.

Санитарные дни и смены регулярно проводятся на всех корпоративных семинарах. Расписание утверждено санитарными днями на предприятии и директором.

В промышленных и складских помещениях вводятся средства для защиты от насекомых и мелких грызунов (сплошные двери, чистая чистка отверстий и вентиляционные отверстия для металлических сетей). Промышленные полы имеют тяжелые, нескользкие поверхности, не скользкие и изготовлены из прочных, водонепроницаемых, токсичных, кислотостойких, спиртовых и маслостойких материалов, которые легко чистить, дезинфицировать и сушить. Наводнение без воды и застойных мест. Соединения пола и стен являются бесшовными и легко доступны для очистки и дезинфекции благодаря установке ковриков [13].

Внутренние стены имеют плоскую водостойкую и ударопрочную поверхность, окрашены в светлые тона и легко моются.

Необходимо обеспечить уборочную технику, моющие и дезинфицирующие средства, склады, специальные шкафы и емкости для хранения. На рабочих местах предоставляются [26]:

1) контейнеры на 1 тонну 150 кв. м (хотя бы одна комната), шкафы для хранения;

2) средства для мойки для горячей и холодной воды помещаются на столы для мытья рук, помещаются в смесители, мыло, щетку, моющий раствор, одноразовые полотенца или электрические полотенца.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 23          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

В проектируемом цехе представлено несколько групп помещений:

производственные помещения (цех подготовки сырья, цех замораживания, участок инспектирования, фасовки и упаковки);

складские, подсобные и вспомогательные помещения (склады сырья и готовой продукции, склады инвентаря и тары, экспедиция, технические помещения);

административно-бытовые помещения (кабинет технолога, помещение персонала, гардеробная, санузел).

Все помещения производственного корпуса расположены по ходу организации технологического процесса. При компоновке учтены поточность движения сырья, готового продукта, используемой тары и упаковочных материалов. Пересечение грузовых и людских потоков исключены.

Складские помещения расположены в торцовых частях здания, для удобства приема сырья и отгрузки продукции. Склад готовой продукции примыкает к производственному цеху в местах фасования продукции [16].

Загрузка сырья и отгрузка продукции производится работниками в цехе накопления сырья и в экспедиционном отделении, из которого готовая продукция направляется на реализацию.

Подачу холода осуществляет компрессорное отделение, которое работает в автономном режиме. Температура в холодильной камере:  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Готовая продукция размещается на стеллажах и поддонах, а затем поступает в фасовочное отделение, снабженной упаковочными машинами и упаковочными материалами.

## 2.2 Ассортимент и показатели качества выпускаемой продукции

В данном проекте предусмотрено производство замороженных ягод и плодов (с учетом двухсменного графика работы):

- 1) вишня «4 сезона» – 2 т/смену;
- 2) клубника «Царица» – 2 т/смену;
- 3) клюква «Лесная» – 2 т/смену;

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 24          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |



4) смородина черная «Краски лета» – 0,5 т/смену.

За одну смену работы цех вырабатывает 6,5 т продукции, следовательно, в сутки – 13 т.

Сырье поставляется в цех в свежем виде, проходит этапы сортировки, очистки от примесей и мойки. На этапе инспектирования удаляются бракованные ягоды, проверяются органолептические показатели сырья. После подготовки, сырье отправляется в цех фасовки-упаковки и далее – в цех шоковой заморозки. После заморозки продукция направляется на хранение, распределение в тару, маркируется реализуется.

Качество производимой на предприятии быстрозамороженной продукции контролируется межгосударственным стандартом ГОСТ 33823 [12].

Исходя из особенностей быстрого замораживания, к сырью предъявляются особые требования:

органолептические характеристики, наличие однородного интенсивного цвета, оптимальных размеров сырьевого продукта; у вишни твердая косточка, мягкая сочная мякоть без признаков поражения, тонкая кожица;

для клубники тоже свои требования: сочная мякоть, спелость, сладкая ягода, однородная поверхность;

клюква должна быть красной, сочной, ароматной, немного вяжущей на вкус;

черная смородина должна быть без примесей, веток, цвет темный, мелкая, сочная ягода.

Представим характеристику каждого вида замороженных ягод в виде таблицы 1.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 25          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Таблица 1 – Характеристика замороженных ягод

| Показатель                                                                              | Значения показателей ягод                   |                                             |                                             |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                         | Вишня                                       | Клубника                                    | Клюква                                      | Смородина черная                          |
| Насыпная масса, кг/м <sup>3</sup>                                                       | 770                                         | 800                                         | 510                                         | 650                                       |
| Калорийность, кДж на 100 г.                                                             | 213                                         | 207                                         | 46                                          | 44                                        |
| Температура замерзания, °С                                                              | от -1,95 до -2,4                            | от -1,95 до -2,4                            | от -1,5 до -2,1                             | от -1,8 до -2,5                           |
| Теплота дыхания (кДж/г в сут.):<br>при 0°С<br>при 5°С<br>при 20°С                       | 1340–1884<br>2638-4689<br>14863-20934       | 1350-1870<br>2620-4620<br>14720-19870       | 1120-1370<br>1650-3510<br>10200-12850       | 1280-1450<br>1970-3620<br>12500-14800     |
| Химический состав (100 г):<br>Белки, г<br>Углеводы, г<br>Плодовые кислоты, г<br>Вода, г | 0,8<br>11,0<br>1,6<br>86,0                  | 0,76<br>12,5<br>1,2<br>85,0                 | 0,46<br>8,37<br>0,6<br>90,0                 | 0,42<br>11,7<br>1,2<br>87,0               |
| Минеральные вещества, мг:<br>кальций<br>железо<br>фосфор<br>калий<br>натрий<br>магний   | 31,3<br>0,5<br>50,0<br>186,0<br>4,7<br>15,0 | 32,4<br>0,3<br>44,0<br>192,0<br>4,5<br>16,0 | 18,6<br>0,4<br>28,0<br>214,0<br>2,5<br>18,0 | 16,5<br>0,5<br>27,0<br>203<br>2,4<br>16,0 |
| 1) Витамины, мг:<br>В1<br>В2<br>С                                                       | 0,05<br>0,02<br>10,0                        | 0,07<br>0,03<br>8,0                         | 0,08<br>0,04<br>6,0                         | 0,07<br>0,03<br>7,0                       |
| 2) Микроэлементы, мг:<br>Медь<br>Цинк                                                   | 2,0<br>3,0                                  | 2,4<br>1,7                                  | 2,9<br>2,1                                  | 2,2<br>2,4                                |

### 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Описание производственного процесса изготовления быстрозамороженных ягод

Производство замороженных ягод состоит из определенных этапов, последовательность которых представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема производства быстрозамороженной продукции

Пройдя подготовительный этап, сырье поступает на конвейер инспектирования, где уполномоченное лицо отмечает начало инспекции сырья. Сырье проверяется на отсутствие примесей, гнилых или плесневых ягод, проинспектированные качественные ягоды поступают в приемочный бункер машины для удаления плодоножек. Ягоды, которые поступили в бункер,

проходят между вращающимися роликами, которые захватывают плодоножки и листья и вытаскивают их из этих ягод. Очищенные ягоды продолжают двигаться по наклонной площадке и попадают в выходную воронку, а плодоножки с водой попадают в отдельную емкость, размещенную под машиной. В зависимости от качества и количества ягод с плодоножками регулируется угол наклона рабочей площадки [2].

Мойка ягод осуществляется с помощью моечной машины-барботера. Ягоды попадают в приемную ванну моечной машины, которая заполнена водой и имеет двойное дно с маленькими отверстиями, в котором размещена трубная система, через которую подводится сжатый воздух. При барботировании воздуха через воду осуществляется интенсивная мойка ягод.

Далее после мойки, на инспекционном конвейере производится окончательная инспекция и удаление бракованных ягод перед их подсушиванием сжатым воздухом и дальнейшим поступлением в морозильный туннель [35].

При входе в туннель непосредственно над транспортерной лентой размещен вибрационный питатель ягод, который равномерно распределяет их по ширине транспортерной ленты морозильного туннеля.

В составе помещений производственного отдела есть несколько групп - административные помещения, производственные, технические и вспомогательные помещения [19]. Все помещения расположены в соответствии с производственной линией взаимосвязаны. Административные помещения расположены отдельно.

Погрузка сырья и отгрузка продукции осуществляется сотрудниками в цехе накопления сырья и в транспортно-экспедиционном отделе, из которого готова продукция отправляется на продажу.

Холодоснабжение обеспечивается компрессорным отсеком, который работает автономно. Температура в холодильной камере -15 °С.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 28          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Готовая продукция укладывается на стеллажи и поддоны, а затем поступает в разливочный цех, оснащенный упаковочными машинами и упаковочными материалами.

При выходе из морозильного туннеля размещен бункер с выходом на фасовочную машину. Замороженная продукция подается в приемный бункер машины для фасования в пакеты [30].

Рабочий стол служит для приема этих пакетов, их укладки и складирования в охлаждаемые камеры. Если фасовочная машина не используется, то после морозильного туннеля продукцию упаковывают в пакеты, укладывают в тележки или картонные ящики и взвешивают, после чего складировать в холодильные камеры [16, 37].

### 3.2 Расчет производственной мощности технологических линий

Цех по производству быстрозамороженных ягод планируется проектировать в городе Пенза с населением 523 тыс. человек. Численность населения на перспективу определяем по формуле (1):

$$T_1 = T \left(1 + \frac{E}{100}\right)^n, \quad (1)$$

где  $T_1$  – численность населения;

$E$  – коэффициент естественного прироста 2-3 %;

$n$  – перспектива лет, 5 лет.

$$T_1 = 523000 \left(1 + \frac{2}{100}\right)^5 = 577500 \text{ чел.}$$

Производственную мощность цеха определяем по формуле:

$$M = \frac{n_x(T_1 - T)}{K_m \cdot 1000}, \quad (2)$$

где  $n_x$  – норма потребления изделий на душу населения (принимая 70 кг плодов и ягод в год);

$K_m$  – коэффициент резерва мощности (принимая 0,8).

$$M = \frac{70(577500 - 523000)}{0,8 \times 1000} = 4769 \text{ т/год} = 13 \text{ т/сут.}$$

Проектирование цеха по производству быстрозамороженных ягод мощностью 13 т/сут. является экономически и технически целесообразным.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 29          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Цех работает 4000 часов в год, режим работы двухсменный, смена 12 часов, следовательно, цех выпустит 13 тонн продукции в сутки, 6,5 тонн замороженных изделий за одну смену и 4769 тонн изделий за 1 год.

### 3.3 Расчет расхода сырья и полуфабрикатов

Важным этапом при производстве замороженного ягодного сырья является контроль его качества, потому что при заморозке сырье теряет в весе. Потери веса также происходят на подготовительных стадиях, когда из массы сырья выбраковываются некондиционные экземпляры ягод [18].

С целью определения потерь сырья, раз в неделю каждая смена отбирает три средневзвешенных пробы сырья весом 1 кг от каждой партии продукта, метод отбора – точечный.

В полученной пробе определяют:

- долю отходов;
- процент сухих веществ;
- влажность;
- наличие примесей, вредителей.

Выход готового продукта и затрату сырья на 1 г продукта можно определить по формуле (3):

$$A = \frac{100C_2}{(100-P)C_1}, \quad (3)$$

где  $A$  – затрата сырья на 1 т готового продукта (в т);

$C_1$  – содержание сухих веществ в сырье (в %);

$C_2$  – содержание сухих веществ в готовом продукте (в %);

$P$  – отходы и потери в пробе при очистке, мытье и других операциях (в %).

Определим затрату сырья в тоннах на 1 т готового продукта при содержании влаги в свежих ягодах не менее 90 %, потерь 10 % (плодоножки), содержание сухих веществ в сырье -35 %.

$$A = 100 \cdot 10 / (100 - 35) \cdot 10 = 1,5 \text{ т.}$$

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 30          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Т.е. для производства 6,5 тонн готовой продукции в смену потребуется сырьё:

- вишня «4 сезона» – 3 т/смену;
- клубника «Царица» – 3 т/смену;
- клюква «Лесная» – 3 т/смену;
- смородина черная «Краски лета» – 0,75 т/смену.

### 3.4 Расчет и подбор основного технологического оборудования

Технологическое оборудование можно разделить на три группы: непрерывного действия; периодического действия; для транспортировки и обработки сырья.

Расчёт необходимого числа единиц технологического оборудования непрерывного действия произведем по формуле 4:

$$m = \frac{A}{T \times g}, \quad (4)$$

где  $A$  – количество основного сырья по видам, перерабатываемого на данном аппарате, кг/см;

$T$  – продолжительность смены, ч;

$g$  – средняя часовая производительность аппарата машины, кг.

Для производства замороженных ягод принимаем 1 приемный бункер, в который в порядке очереди будут поступать свежие ягоды.

Для мойки ягод выбираем барботажную моечную машину Normit Wash W AIR, которая относится к моечному оборудованию непрерывного/периодического действия вентиляторного типа (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет количества моечных машин

| Продукта         | Количество в смену, кг | Принятый вид машины | Производительность машины, кг/ч | Количество единиц оборудования |       |
|------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|
|                  |                        |                     |                                 | Рассч.                         | Прин. |
| Вишня            | 2000                   | Normit Wash W AIR   | 1000                            | 0,25                           | 1     |
| Клубника         | 2000                   | Normit Wash W AIR   | 1000                            | 0,25                           |       |
| Клюква           | 2000                   | Normit Wash W AIR   | 1000                            | 0,25                           |       |
| Смородина черная | 500                    | Normit Wash W AIR   | 1000                            | 0,18                           |       |

Моечная машина предназначена для эффективной высокопроизводительной мойки овощей, фруктов, ягод, в том числе, с нежной структурой и листовых. Очистка продукта осуществляется с помощью деликатного воздействия пузырьков воздуха, интенсивно генерируемых специальной барботажной системой. Механические моющие элементы отсутствуют.

Принимаем одну моечную машину, технические характеристики которой представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики барботажной моечной машины Normit Wash W AIR

| Технические характеристики  | Показатели     |
|-----------------------------|----------------|
| Производительность, кг/ч    | 1000           |
| Установленная мощность, кВт | 2,8            |
| Габаритные размеры, мм      | 1600x3000x1150 |
| Масса, кг                   | 230            |



Принимаем 1 инспекционный конвейер, скорость движения которого регулируется вручную и автоматически.

Рассчитаем необходимое количество камер заморозки (табл. 4).

Таблица 4 – Расчет количества камер заморозки

| Продукт          | Количество в смену, кг | Принятый вид машины | Производительность камеры, кг/ч | Количество единиц оборудования |       |
|------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|
|                  |                        |                     |                                 | Рассч.                         | Прин. |
| Вишня            | 2000                   | Hicold W40KGNR      | 1200                            | 0,2                            | 1     |
| Клубника         | 2000                   | Hicold W40KGNR      | 1200                            | 0,2                            |       |
| Клюква           | 2000                   | Hicold W40KGNR      | 1200                            | 0,2                            |       |
| Смородина черная | 500                    | Hicold W40KGNR      | 1200                            | 0,07                           |       |

Принимаем одну камеру заморозки Hicold W40KGNR, которая способна мгновенно замораживать фрукты, овощи, ягоды, имеет автоматическую систему терморегуляции и сохранения холода при открытии камеры.

Технические характеристики камеры представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики камеры заморозки Hicold W40KGNR

| Технические характеристики  | Показатели     |
|-----------------------------|----------------|
| Производительность, кг/ч    | 1200           |
| Установленная мощность, кВт | 3,6            |
| Габаритные размеры, мм      | 1400x1300x2340 |
| Масса, кг                   | 310            |

Принимаем 4 элеватора К6-ФПЗ-1 (элеваторами оснащены моечная машина, инспекционный конвейер, камера заморозки, фасовочная лента).

Технические характеристики элеватора представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Техническая характеристика элеватора марки К6-ФПЗ-1

| Техническая характеристика                  | Показатели     |
|---------------------------------------------|----------------|
| Грузоподъемность                            | 400            |
| Скорость подъема, м/мин                     | 8,2            |
| Высота выгрузки, регулируемая в пределах мм | 1000-2000      |
| Мощность двигателя, кВт                     | 2,2            |
| Габаритные размеры                          | 1400x1300x3035 |
| Масса                                       | 430            |

Для взвешивания сырья необходимы весы. Принимаем весы монорельсовые электронные ВМЭ-600 с классом точности по ГОСТ 29392-92 «средний» для взвешивания сырья при приеме из накопительной камеры.

Технические характеристики весов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Техническая характеристика монорельсовых весов

| Техническая характеристика        | Показатели |
|-----------------------------------|------------|
| Наибольший предел взвешивания, кг | 600        |
| Дискретность                      | 200        |
| Длина монорельс, мм               | 700        |
| Масса весов не более, кг          | 35         |

Рассчитаем количество формовочно-упаковочных машин и представим данные в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет количества формовочно-упаковочных машин

| Вид продукта     | Количество в смену, кг | Принятый вид машины | Производительность машины, кг/ч | Количество единиц оборудования |       |
|------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------|
|                  |                        |                     |                                 | Рассч.                         | Прин. |
| Вишня            | 2000                   | 100P2RC             | 1000                            | 0,25                           | 1     |
| Клубника         | 2000                   | 100P2RC             | 1000                            | 0,25                           |       |
| Клюква           | 2000                   | 100P2RC             | 1000                            | 0,25                           |       |
| Смородина черная | 500                    | 100P2RC             | 1000                            | 0,08                           |       |

Принимаем одну формовочно-упаковочную машину, технические характеристики которой представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики формовочно-упаковочной машины 100P2RC

| Технические характеристики  | Показатели     |
|-----------------------------|----------------|
| Производительность, кг/ч    | 1000           |
| Установленная мощность, кВт | 2,8            |
| Габаритные размеры, мм      | 1600x3400x1200 |
| Масса, кг                   | 250            |

Расчет числа единиц оборудования приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет числа единиц оборудования

| Наименование оборудования, марка             | Производительность (емкость м <sup>3</sup> ) кг/ч | Габаритные размеры, мм | Количество единиц оборудования |          |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------|
|                                              |                                                   |                        | Расчетное                      | Принятое |
| Барботажная моечная машина Normit Wash W AIR | 1000                                              | 1600x3000x1150         | 0,24                           | 1        |
| Камера заморозки Nicold W40KGNR              | 1200                                              | 1600x900x1700          | 0,19                           | 1        |
| Элеватор К6-ФПЗ-1                            | 400                                               | 1400x1300x3035         | 4                              | 4        |
| Конвейерный стол                             | -                                                 | 2000x1300x850          | 4                              | 4        |
| Монорельсовые весы                           | -                                                 | 700                    | 1                              | 1        |
| Инспекционный конвейер                       | -                                                 | 2000x1300x850          | 1                              | 1        |
| Приемный бункер                              | -                                                 |                        |                                |          |
| Формовочно-упаковочная машина 100P2RC        | 1000                                              | 1600x3400x1200         | 0,24                           | 1        |
| Итого                                        | -                                                 |                        |                                | 13       |

Таким образом, для производства 6,5 т замороженных ягод необходимо 13 единиц оборудования.

### 3.5 Устройство и принцип действия линии

Сырье поставляется в цех в свежем виде, проходит этапы сортировки, очистки от примесей и мойки. На этапе инспектирования удаляются бракованные ягоды, проверяются органолептические показатели сырья. После подготовки, сырье отправляется в цех фасовки-упаковки и далее – в цех шоковой заморозки.

В цехе подготовки сырья производят мойку и очистку поступающего сырья, в данном случае тщательную мойку ягод, удаление веточек, плодоножек и т.д.

Цех инспектирования работает на разных этапах производства и предусматривает контроль качества и безопасности поступающего сырья. Процесс инспектирования проходит в несколько стадий, таких как поступление сырья, осмотр, отбор и выбраковка.

В цехе подготовки сырья поступившие на заморозку ягоды промывают, удаляют ветки, плодоножки, косточки, кожицу при необходимости. Затем подвергают ягоды бланшированию, охлаждению, сушке, обдуванию воздушным потоком, чтобы убрать лишнюю влагу.

После проведенных операций сухую и чистую ягоду незамедлительно направляют в морозильный аппарат шоковой заморозки, где она моментально замораживается.

Замороженная ягода движется по конвейеру, где ее инспектируют, фасуют по пакетам из полимерных материалов. Фасованные пакеты укладывают в картонные коробки, складывают в морозильной камере и хранят до наступления сроков реализации. Важно поддерживать температуру хранения в камере, чтобы не допустить таяния ягод.

Производственная площадь цеха определяется на основании габаритных размеров оборудования (длина, ширина), причем расчет ведется на каждую единицу. Кроме того, при расчетах учитывают коэффициенты проходимости между рабочими местами и требованиями размещения термического и холодильного оборудования.

После заморозки продукция направляется на хранение, распределение в тару, маркируется реализуется.

Качество производимой на предприятии быстрозамороженной продукции контролируется межгосударственным стандартом ГОСТ 33823.

Рассмотрим линию производства ягод подробнее:

1. Комплекс оборудования для подготовки сырья включает:
  - сортировочные машины;

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 36          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

- очистительно-измельчительное оборудование;
- чаны и емкости;
- мечные машины, барботеры;
- ополаскиватели сырья.

## 2. Оборудование для бланширования:

- бланширователи непрерывного действия, могут быть паровыми, водяными, комбинированными;
- котлы дубликаторы

На рисунке 3 показана машинно-аппаратурная схема линии производства замороженных ягод.

Устройство и принцип действия линии производства замороженных ягод начинается с высыпания сырья из деревянных лотков в приемный бункер элеватора 1. При этом из сырья ручным способом удаляются посторонние предметы (ветки, камушки, земля и т. п.). Элеватором 1 качественные ягоды поднимаются до приемного бункера машины 2 для удаления плодоножек. Ягоды, которые поступили в бункер, проходят между вращающимися роликами, которые захватывают плодоножки и листья и вытаскивают их этих плодов. Очищенные ягоды продолжают двигаться по наклонной площадке и попадают в выходную воронку, а плодоножки с водой попадают в отдельную емкость, размещенную под машиной [32, 33].

В зависимости от качества и количества плодов с плодоножками регулируется угол наклона рабочей площадки. Для обслуживания и регулирования на определенный вид продукции предназначена платформа 3.

Мойка плодов осуществляется с помощью моечной машины-барботера 4 [19].

После мойки ягоды удаляются из ванной отдельным элеватором, над которым размещены распыливающие устройства для ополаскивания сырья. Скорость ленты элеватора регулируется в зависимости от производительности.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 37          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

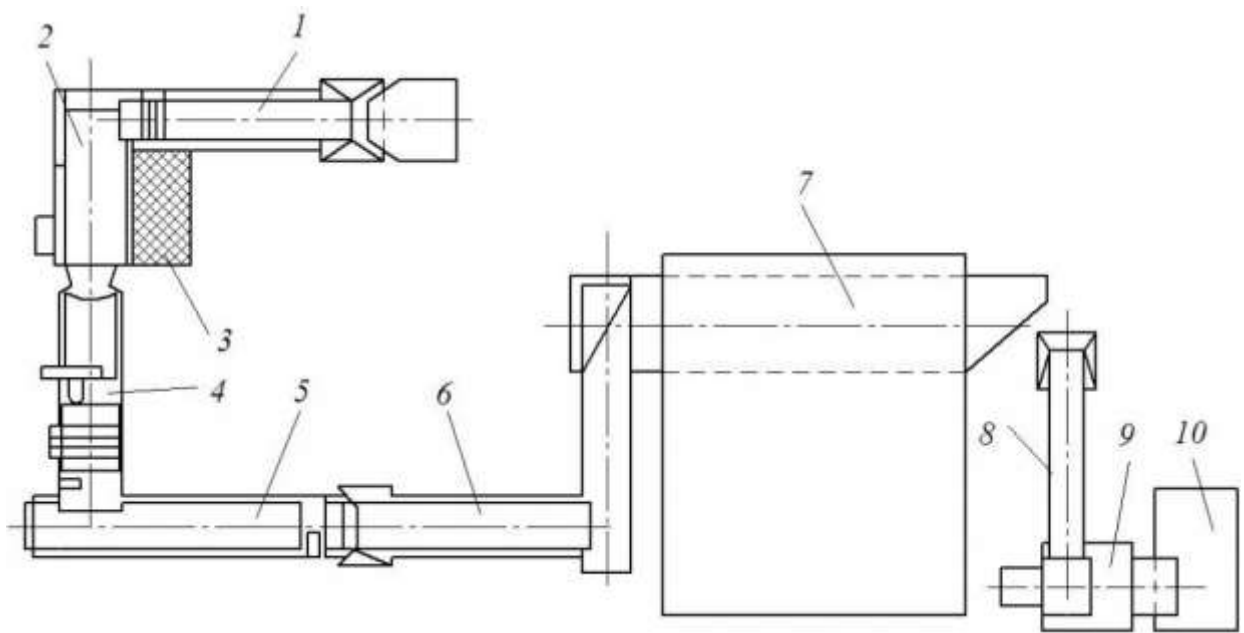


Рисунок 3 – Машинно-аппаратурная схема линии производства замороженных плодов и ягод

При входе в туннель 7 непосредственно над транспортной лентой размещен вибрационный питатель плодов, который равномерно их распределяет по ширине транспортной ленты морозильного туннеля [20].

При выходе из морозильного туннеля 7 размещен бункер с двумя выходами: один подключен прямо на фасовочную машину 9, а другой предусмотрен для подачи продукции в короба. Элеватором 8 замороженная продукция поднимается в приемный бункер машины 9 для фасования в пакеты.

### 3.6 Расход упаковочных материалов

Расчёт вспомогательных материалов и тары ведут по нормам и по качеству продукции в смену по формуле 5:

$$M_{\text{вс}} = p \times A \quad (5)$$

где  $M_{\text{вс}}$  – количество вспомогательных материалов, кг или м;

$p$  – норма расхода, кг;

$A$  – производительность данного цеха в смену.

Расчет представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчёт упаковки и тары (с учетом запаса 10 %)

| Изделия                        | Мощность в смену, т | Расход пакетов полиэтиленовых х 1 кг, шт |                      | Расход пакетов полиэтиленовых 0,5 кг, шт |                      | Расход ящиков на 10 кг, шт |                      |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|
|                                |                     | Норма на 1 тонну                         | Требуемое количество | Норма на 1 тонну                         | Требуемое количество | Норма на 1 тонну           | Требуемое количество |
| Вишня 4 сезона                 | 2                   | 1000                                     | 1100                 | 2000                                     | 2200                 | 200                        | 220                  |
| Клубника «Царица»              | 2                   | 1000                                     | 1100                 | 2000                                     | 2200                 | 200                        | 220                  |
| Клюква «Лесная»                | 2                   | 1000                                     | 1100                 | 2000                                     | 2200                 | 200                        | 220                  |
| Смородина черная «Краски лета» | 0,5                 | 500                                      | 550                  | 1000                                     | 1100                 | 50                         | 55                   |
| Итого                          | 6,5                 |                                          | 3850                 |                                          | 7700                 |                            | 715                  |

Таким образом, по расчету упаковки и тары, требуется: полиэтиленовых пакетов по 1 кг – 3850 шт.; полиэтиленовых пакетов по 0,5 кг – 7700 шт.; ящиков по 10 кг для складирования пакетов – 715 шт.

### 3.7 Расчет производственных помещений

Предприятие по производству быстрозамороженных ягод включает следующие помещения [28]:

- подготовительный цех;
- цех инспектирования (отбора и выбраковки) сырья, поступающего на производство;
- цех замораживания;
- цех фасования, маркировки;
- участок утилизации отходов;
- группу складских помещений;
- группу административных помещений.

В цехе подготовки сырья производят мойку и очистку поступающего сырья, в данном случае тщательную мойку ягод, удаление веточек, плодоножек и т.д.

Цех инспектирования работает на разных этапах производства и предусматривает контроль качества и безопасности поступающего сырья. Процесс инспектирования проходит в несколько стадий, таких как поступление сырья, осмотр, отбор и выбраковка [26].

В цехе подготовки сырья поступившие на заморозку ягоды промывают, удаляют ветки, плодоножки, косточки, кожицу при необходимости. Затем подвергают ягоды бланшированию, охлаждению, сушке, обдуванию воздушным потоком, чтобы убрать лишнюю влагу.

После проведенных операций сухую и чистую ягоду незамедлительно направляют в морозильный аппарат шоковой заморозки, где она моментально замораживается.

Замороженная ягода движется по конвейеру, где ее инспектируют, фасуют по пакетам из полимерных материалов. Фасованные пакеты укладывают в картонные коробки, складывают в морозильной камере и хранят до наступления сроков реализации. Важно поддерживать температуру хранения в камере, чтобы не допустить таяния ягод [44, 47].

Производственная площадь цеха определяется на основании габаритных размеров оборудования (длина, ширина), причем расчет ведется на каждую единицу. Кроме того, при расчетах учитывают коэффициенты проходимости между рабочими местами и требованиями размещения термического и холодильного оборудования.

Площадь под оборудование определяется по формуле

$$S = S_{об} + (S_{об} \cdot K_{исп}), \quad (6)$$

где  $K_{исп}$  - коэффициент использования оборудования;

$S_{об}$  - площадь оборудования,  $m^2$ ;

Площади производственных и вспомогательных помещений приведены в таблице 12.



Таблица 12 – Сводная таблица производственных и вспомогательных помещений

| Наименование производства (цеха)  | Площадь, м <sup>2</sup> |               | Площадь в строительных квадратах 6x12 |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------|---------------------------------------|
|                                   | Расчетная               | Компоновочная |                                       |
| Склад сырья                       | 35,0                    | 35,0          | 0,5                                   |
| Цех подготовки сырья              | 111,5                   | 112           | 1,5                                   |
| Цех замораживания                 | 32,5                    | 34            | 0,5                                   |
| Участок инспектирования           | 67,0                    | 68,0          | 0,9                                   |
| Участок фасования и маркирования  | 112,4                   | 115,0         | 1,5                                   |
| Участок утилизации отходов        | 33,0                    | 35,0          | 0,5                                   |
| Склад готовой продукции           | 56,0                    | 56,0          | 0,8                                   |
| Экспедиция                        | 72,0                    | 72,0          | 1                                     |
| Склад хранения упаковки           | 38,0                    | 38,0          | 0,5                                   |
| Административно-бытовые помещения | 72,0                    | 72,0          | 1                                     |

### 3.8 Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки сырья к пуску в производство

Для начала производства необходимо, в первую очередь, холодильное оборудование, куда будут поступать свежие ягоды. Срок хранения свежих ягод при комнатной температуре небольшой, поэтому для сохранения их качества и внешнего вида необходимо оборудовать цех необходимым количеством холодильников или холодильных камер [47].

Проектируемая холодильная камера находится в составе одноэтажного холодильника, расположенного в климатической зоне с расчетной наружной температурой  $t_{нар.} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  [49].

Суточное поступление ягод в камеру составит 6,5 т.

Камера оборудована автономной холодильной установкой, работающей на заданном холодильном агенте. Система охлаждения холодильной камеры - воздушная, с подвесными воздухоохладителями.

Вместимость камеры хранения в тоннах груза определяется по формуле:

$$G_k = F_{стр} \times g_v \times h_{гр} \times b, \quad (7)$$

где  $F_{стр}$  – строительная площадь камеры, м<sup>2</sup>;

$$F_{стр} = B \times L, \quad (8)$$

$g_v$  – норма загрузки на 1 м<sup>3</sup> грузового объема камеры, принимаем 0,2 т/м<sup>3</sup>.

|      |      |          |         |      |                                |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                | 41   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                |      |

$h_{гр}$  – грузовая высота штабеля, принимаем 1,4 м;

$b$  – коэффициент занимаемой площади, принимаем 0,85 (при загрузке камеры не менее 85 %).

$$G_k = 100 \times 0,2 \times 1,4 \times 0,85 = 22,4 \text{ т.}$$

Таким образом, вместимость камеры составит 22,4 т при ежесуточной потребности сырья 6,5 т, что позволит делать небольшой запас ягод в камере для дальнейшего производства.

## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Обеспечение условий безопасности труда на производстве

Правила безопасного производства должны соблюдаться на любых предприятиях, в том числе пищевых. Пищевые компании должны строго соблюдать все правила техники безопасности.

На предприятиях пищевой промышленности существует ряд вредных и опасных факторов, воздействующих на работников:

– физические, вызывающие травмы конечностей, ушибы, порезы, временная потеря слух, ухудшение или временная потеря зрения, например, режущее-колющее оборудование, крутящиеся элементы, перемешивающие агрегаты, а также шум, вибрация от оборудования, слишком яркий или недостаточный свет [12];

– химические – воздействие растворов для промывания оборудования, передозировка препаратов, ожоги от воздействия кислот и т.д. [17];

– термические – ожоги от нагревающего оборудования, переохлаждение в камерах охлаждения и заморозки продукции

– электростатические – воздействие электричество от приборов и оборудования.

Ответственность за безопасность работников на пищевом предприятии несет работодатель, который обеспечивает надлежащий осмотр и поверку оборудования, его техническое обслуживание, предпринимает меры по

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 42          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

обеспечению пожарной и производственной безопасности, создает отдел по охране труда на производстве.

На производственном предприятии может работать целый штат сотрудников по охране труда во главе с инженером по технике безопасности, или штатный инженер или обслуживающая компания. В любом случае, на лицо, ответственное за безопасность работников, накладываются определенные должностные обязанности:

- проверка, контроль техобслуживания оборудования;
- обеспечение контроля микроклимата в помещениях согласно нормативным документам (температура и влажность воздуха, давление, освещение и т.д.);
- проведение инструктажей по технике безопасности и пожарной безопасности среди производственных работников и административных сотрудников предприятия.

Существует несколько видов инструктажей по технике безопасности: вводный, первичный, повторный целевой и другие.

Наиболее важным является вводный инструктаж при приеме сотрудника на работу, первичный инструктаж проводится при переводе сотрудника на другую должность. Повторный инструктаж проводится раз в квартал с каждым работником независимо от того как давно он проходил какой-либо из инструктажей. Целевой инструктаж проводится при введении новых должностных обязанностей работника или при внедрении нового оборудования [50].

Важнейшей задачей обеспечения безопасности на производстве является своевременный контроль всех процессов и быстрое качественное устранение всех неполадок.

Пожарная безопасность предприятия также находится в ряду важнейших задач обеспечения охраны труда работников. Для предупреждения возгораний на предприятии предусмотрена организация системы автоматического оповещения и система автоматического тушения пожара. При задымлении или

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 43          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

замыкании проводов, системы мгновенно включает оповещение и системы спринклерных разбрызгивателей в местах обнаружения возгорания. Для работников предусмотрена система эвакуации из здания, с которой они ознакамливаются во время прохождения инструктажей. Система эвакуации включает оповещатели, указательные знаки, звуковое сопровождение.

Кроме современных средств тушения пожара, на предприятии имеются пожарные рукава, подключенные к обособленной системе водопровода, огнетушители, механические средства тушения возгораний [13].

Для прекращения горения при помощи пены применяют специальные огнетушители, пеногенераторы и установки для получения воздушно-механической пены.

Кроме пенных огнетушителей применяются газовые огнетушители. К ним относятся углекислотные аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые. Они применяются при тушении разных веществ, а также электроустановок под напряжением.

Порошковые огнетушители применяют для тушения небольших по площади пожаров горючих жидкостей, газов, электроустановок под напряжением до 1000 В.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных, складских, вспомогательных помещениях, зданиях, сооружениях, а также на территории предприятий устанавливаются специальные пожарные щиты, на которых находятся те средства пожаротушения, которые могут применяться в данном помещении, сооружении, установке.

Кроме выполнения технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на предприятии обязательно проводятся организационные мероприятия. К ним относятся: обучение работающих, разработка и реализация норм, правил, инструкций пожарной безопасности, изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности и прочее [13].

В обязанности работников производства входит:

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 44          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

- следование должностным инструкциям, указаниям инструктажей;
- использование средств индивидуальной защиты – спецодежды, обуви, масок, перчаток и т.д. [3];
- знание инструкций по эксплуатации оборудования;
- обеспечение безопасности на рабочем месте – отключение приборов, использование приборов по назначению.

#### 4.2 Мероприятия по охране окружающей среды

Пищевое производство сопряжено с негативным влиянием на окружающую среду, во многом, из-за высокого количества отходов производства. В сточные воды пищевого завода попадают микроорганизмы, развивающие свою деятельность при благоприятных условиях вне предприятия, например, в водоеме или реке. Проникая сквозь почву и попадая в грунтовые воды, бактерии и микроорганизмы снижают качество и безопасные показатели такой воды.

Для обеспечения экологической безопасности предприятия рекомендуется:

- высаживать лесозащитные полосы в санитарно-гигиенической зоне вокруг предприятия;
- устанавливать на оборудовании современные системы фильтрации (коагуляционные или сорбционные), способные очищать и обезвреживать сточные воды от самых микроскопических организмов, снижая при этом БПК воды;
- организовывать ветсанпропускник на предприятие;
- утилизировать твердые бытовые отходы и биологические отходы, согласно нормативам, заключая договоры с аккредитованными организациями [28].

#### 4.3 Экологическая безопасность

Пищевое производство, как правило, является источником загрязнения компонентов экосистемы – почвы, воздуха и воды. Выбросы от предприятия,

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 45          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

работающего оборудования, автомобильного транспорта, мусосборной площадки: оксид углерода, диоксид азота, сероводород, углеводороды, хлориды, фториды [21].

Все выбросы соответствуют предельно допустимым значениям. С учетом возможных выбросов, защита труда и экологический мониторинг имеют важное значение для производства. Из многочисленных сложных вопросов охраны природы первостепенное значение имеет защита от загрязнения воздушного бассейна, почвы, грунтовых вод и водоемов.

Предприятия обязаны осуществлять следующие меры по защите окружающей среды [40, 41]:

- организация бесперебойной и эффективной работы системы очистки и безотходной техники с управлением отходами;
- продукция, соответствующая стандартам качества окружающей среды;
- обеспечение контроля за соблюдением экологических требований на предприятии.

Деятельность по охране воздушного бассейна предприятия можно разделить на государственную и частную [44].

Общие меры по борьбе с загрязнением включают в себя:

- высокая санитарная культура отрасли;
- обеспечение предприятия современными технологическими системами очистки и дезинфекции воздуха;
- бесперебойная работа систем поддержки микроклимата (прежде всего приточно-вытяжная вентиляция);
- тщательная уборка и дезинфекция помещений;
- организация санитарно-защитной зоны.

#### 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это возникновение в короткий промежуток времени экстремальных условий для человека, преодоление которых требует высокого персонального порога (уровня) физической, физиологической,

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 46          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

психической, моральной адаптированности, может быть опасной для жизни и здоровья и повлечь за собой угрозы безопасности выпускаемой пищевой продукции и (или) ухудшение ее качества.

На предприятии в случае возникновения чрезвычайной ситуации создается группа ЧС, включающая высшее руководство и отвечающая за деятельность в условия возникшей ситуации, угрожающей здоровью работников и местного населения, а также сохранению материальных ценностей [41].

Наиболее опасными ЧС могут быть явления не относящиеся к производственному процессу, и не зависимыми от действий и манипуляций работников цеха. Обычно, это природные факторы, не зависящие от действий человека. К особо крупным и возможным ЧС природного характера можно отнести [13]:

- землетрясение;
- смерч;
- сильный снегопад и метель;
- ураган;
- оползень и сель.

К чрезвычайным ситуациям антропогенного характера можно отнести:

- взрыв;
- пожар;
- выброс радиации, химических или биологических веществ;
- вооруженный военный конфликт.

Одной из самых распространенных ЧС в условиях пищевого производства является пожар [45].

Рабочие должны знать также правила пожарной безопасности, технику тушения пожара. В основу организации противопожарной охраны входит комплекс разнообразных мероприятий. В цехе устанавливают огнетушители, ящики с песком, бочки с водой. Ко всем пожарным кранам должен быть свободный доступ [3].

Безопасность работников должна быть обеспечена при возникновении пожара в любом месте объекта. Пожарная безопасность объекта обеспечивается как в рабочем его состоянии, так и в случаях аварийной обстановки.

Для тушения пожаров и загораний на предприятиях применяют стационарные и первичные средства пожаротушения. Выбор средств пожаротушения производится с учётом назначения и объёма защищаемых помещений, производства, особенностей обращающихся в процессе производства и хранящихся веществ и материалов.

Загорание в начальной стадии можно погасить при помощи первичных средств пожаротушения. К ним относятся внутрипожарные краны с пожарными дулами и рукавами, огнетушители, бочки с водой, багры, ломы, топоры, вёдра. Все объекты пищевой промышленности независимо от наличия стационарных систем пожаротушения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения. Их размещают на видных местах, легкодоступных в любое время.

Наиболее распространённым и доступным жидким огнегасительным средством является вода. Она успешно применяется для тушения загораний и пожаров почти всех твёрдых веществ и горючих жидкостей [21].

Для прекращения горения при помощи пены применяют специальные огнетушители, пеногенераторы и установки для получения воздушно-механической пены.

Кроме пенных огнетушителей применяются газовые огнетушители. К ним относятся углекислотные аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые. Они применяются при тушении разных веществ, а также электроустановок под напряжением.

Порошковые огнетушители применяют для тушения небольших по площади пожаров горючих жидкостей, газов, электроустановок под напряжением до 1000 В.

Для размещения первичных средств пожаротушения в производственных, складских, вспомогательных помещениях, зданиях, сооружениях, а также на

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 48          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |



территории предприятий устанавливаются специальные пожарные щиты, на которых находятся те средства пожаротушения, которые могут применяться в данном помещении, сооружении, установке.

Кроме выполнения технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на предприятии обязательно проводятся организационные мероприятия. К ним относятся: обучение работающих, разработка и реализация норм, правил, инструкций пожарной безопасности, изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности и прочее [13].

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 49          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках этой выпускной квалификационной работы был разработан небольшой цех по производству высокоэффективных замороженных ягод. Проведен анализ современных технологий и оборудования для производства замороженных фруктов и ягод и рассмотрены теоретические основы производства. В программе представлены характеристики основного и дополнительного сырья, готовой продукции и требования к качеству.

Технологические схемы тщательно рассматриваются руководством. Качество и продолжительность процесса заморозки обеспечивается добавлением дополнительных добавок на стадии производства. Ассортимент продукции предприятия включает в себя следующие наименования: вишня «4 сезона», клубника «Царица», клюква «Лесная», черная смородина «Летние краски».

Был сделан выбор производственного оборудования, на основе которого было выбрано основное и вспомогательное оборудование, отвечающее современным требованиям.

Предложенная схема автоматизации обеспечивает устойчивость технологического процесса, что характеризует контроль и регулирование всех технологических параметров и снижает функциональность ручной работы. Производимая продукция соответствует стандартам безопасности и является экологически чистой.

Реализация этого проекта обеспечит качественную продукцию, доступную населению Пензы по доступным ценам. Программа была разработана на основе современных технологических достижений и производства продуктов питания.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 50          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алмаши Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2005. – 408 с.
2. Антипов С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: в 2 кн. Кн. 2 / С.Т. Антипов и др.; под. ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2011. – 702 с.
3. Баратов А.Н. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность: справочник / А.Н. Баратов. – М.: Химия, 2007. – 287 с.
4. Басовский, Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учеб. пособие / Л.Е. Басовский. – М.: Инфра-М, 2004. – 211 с.
5. Березина, В.В. Товароведение и экспертиза качества плодоовощных товаров и грибов: Лабораторный практикум / В.В. Березина. – М.: Дашков и К, 2015. – 200 с.
6. Басовский, Л.Е. Теория экономического анализа: учеб. пособие / Л.Е. Басовский. – М.: Инфра-М, 2004. – 218 с.
7. Все о переработке плодов и овощей. – <http://nokiasabre.ru>.
8. Гимранов Ф.М. Борьба с вибрацией и шумом: методические указания / Ф.М. Гимранов, В.М. Бреднев. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т., 2011. – 20 с.
9. Васильева И. В. Технология продукции общественного питания. Учебник / И.В. Васильева, Е.Н. Мясникова, А.С. Безряднова. – М.: Юрайт, 2016. – 416 с.
10. Гаммидулаев С.Н. Товароведение и экспертиза плодоовощных товаров: Учебное пособие / С.Н. Гаммидулаев, Е.В. Иванова, С.П. Николаева, В.Н. Симонова. – СПб.: Альфа, 2000. – 432 с.
11. Годунова М. Пищевая промышленность: глобальная конкуренция не за горами // Экономика России: XXI век. – 2012. – № 3.
12. ГОСТ 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. – <https://cntd.ru>.
13. ГОСТ 12.1.003-2003. Шум. Общие требования безопасности. – <https://cntd.ru>.
14. ГОСТ 33823-2016. Фрукты быстрозамороженные. Общие технические

|      |      |          |         |      |                                 |      |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ИОУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                 | 51   |

условия. – М.: Стандартиформ, 2017. – 27 с.

15. Грубы Я. Производство замороженных продуктов / Я. Грубы. – М. Агропромиздат, 1990. – 336 с.

16. Гуляев В.А. Оборудование предприятий торговли и общественного питания. Полный курс: Учебник. / В.А. Гуляев, В.П. Иваненко, Н.И. Исаев и др. – М.: ИНФРА, 2012. – 248 с.

17. Долин П.А. Справочник по технике безопасности: справочник / П.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 2013. – 824 с.

18. Елисеева Л.Г. Товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: Учебник / Л.Г. Елисеева, Т.Н. Иванова, О.В. Евдокимова. – М.: Дашков и К, 2012. – 376 с.

19. Елхина В. Д. Механическое оборудование предприятий общественного питания. Учебное пособие / В.Д. Елхина. – М.: Academia, 2017. – 336 с.

20. Жарова, С. Н. Заготовка и хранение плодов, 2-е изд. / С.Н. Жарова, Е.И. Панкова, И.Э. Старостенко. – Москва: Машиностроение, 2009. – 160 с.

21. Каменев, М.Д. Противопожарные мероприятия пищевой промышленности: учебное пособие / М.Д. Каменев. – М.: Пищевая промышленность, 2011. – 287 с.

22. Колобов, С.В. Товароведение и экспертиза плодов и овощей: Учебное пособие / С.В. Колобов, О.В. Памбухчиянц. – М.: Дашков и К, 2016. – 400 с.

23. Косолапова, Н.В. Товароведение зерномучных, плодоовощных, кондитерских и вкусовых товаров / Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко. – М.: Academia, 2017. – 90 с.

24. Кондрашева, Е.А. Товароведение продовольственных товаров: учеб. пособие / Е.А. Кондрашева, Н.В. Коник, Т.А. Пешков. – М.: ИНФРА-М, 2007 – 416 с.

25. Короткий И.А. Плоды и ягоды. Физико-химические основы технологий низкотемпературного консервирования / И.А. Короткий. – Кемерово, 2007. – 146 с.

26. Кудрина В. Н. Практикум по хранению и технологии

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 52          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

сельскохозяйственных продуктов / В. Н. Кудрина, Б. А. Карпов, Н. М. Личко, и др. – М.: Колос, 1992. – 176 с.

27. Ливчак, Н.Ф. Основы промышленного строительства и санитарной техники: учебное пособие / Н.Ф. Ливчак, Н.В. Иванова. – М.: Высшая школа, 2012. – 184 с.

28. Лутошкина Г. Г. Холодильное оборудование предприятий общественного питания / Г. Г. Лутошкина. – М.: Академия, 2012. – 407 с.

29. Магомедов М.Д., Фролов А.С. Совершенствование продвижения продукции // Пищевая промышленность. – 2007. – № 3.

30. Манжесов В.И. Технология хранения растениеводческой продукции.: учебное пособие / В.И. Манжесов, И.А. Попов, Д.С. Щедрин. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 249 с.

31. Муравей Л.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей, – 2-е изд., перераб. – М.: Юнити-Дана, 2002. – 431 с.

32. Оборудование для пищевых производств. – <https://npotor.ru>.

33. Оборудование для пищевых заводов. – <https://besteq.ru>.

34. Пилипенко Т.В. Высокотехнологичные производства продуктов питания / Т.В. Пилипенко, Н.И. Пилипенко, Т.В. Шленская, О.И. Кутина. – М.: Промиздат, 2014. – 238 с.

35. Портал об оборудовании. – <https://promzn.ru>.

36. Рогачев В.И. Справочник технолога плодово-ягодного консервного производства / В.И. Рогачев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 285 с.

37. Роспецмаш – российская техника и оборудование для пищевых производств. – <http://www.rosagromash.ru>.

38. Скрипников, Ю.Г. Хранение и переработка овощей, плодов и ягод / Ю.Г. Скрипников. – М.: Агропромиздат, 2008. – 208с.

39. СНИП 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Актуализированная редакция. <https://cntd.ru>

40. СНИП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 53          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |

Актуализированная редакция. – <https://cntd.ru>.

41. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение  
Актуализированная редакция. – <https://cntd.ru>.

42. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.  
Актуализированная редакция. – <https://cntd.ru>.

43. СП 109.13330.2012. Холодильники. Актуализированная редакция СНиП  
2.11.02-87. – <https://cntd.ru>.

44. Способы размещения продукции в хранилищах. – <http://food-industri.ru>.

45. Степанов, В.М. Основы проектирования предприятий пищевой  
промышленности / В.М. Степанов. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2010. – 216 с.

46. Требования к качеству плодов и овощей. – <http://www.znaytovar.ru>.

47. Филатов В.И. Агробиологические основы производства, хранения и  
переработки продуктов растениеводства: учебник / В.И. Филатов. – М.:  
СИНТЕГ, 2003. – 174 с.

48. Чижикина, О.Г. Товароведение и экспертиза плодоовощных и вкусовых  
товаров: Учебное пособие в схемах / О.Г. Чижикина, Е.С. Смертина, Л.А.  
Коростылева. – Рн/Д: Феникс, ИКЦ МарТ, 2010. – 208 с.

49. Шепелева А.Ф. Товароведение и экспертиза продовольственных  
товаров: учеб. пособие / А.Ф. Шепелева. – М.: Академия, 2010. – 344 с.

50. Широков Е.П. Хранение и переработка продукции растениеводства с  
основами стандартизации и сертификации. – Ч.1: Картофель, плоды овощи /  
Е.П. Широков. – М.:Колос, 2000. – 254 с.

51. Улейский Н.Т., Оборудование торговых предприятий / Н.Т. Улейский,  
Р.И. Улейская. – Рн/Д: Феникс, 2014. – 256 с.

|             |              |                 |                |             |                                       |             |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
|             |              |                 |                |             | <i>ЮУрГУ–15.03.02.2019.202 ПЗ ВКР</i> | <i>Лист</i> |
|             |              |                 |                |             |                                       | 54          |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                                       |             |