

# Вентилируемое хранение сырья как одно из направлений модернизации свеклосахарного производства

**А.И. ЗАВРАЖНОВ**, академик РАН, проф., д-р техн. наук

**Р.А. ШРАМКО**, технолог сахарной промышленности

**О.Ю. КОЛОМЫЦЕВА**, доцент, канд. экон. наук

**А.А. ЗАВРАЖНОВ**, доцент, канд. техн. наук

**С.М. КОЛЬЦОВ**, аспирант (e-mail: smkoltsov@yandex.ru)

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

## Введение

В последнее десятилетие в сахарной отрасли было реализовано рекордное количество инвестиционных проектов, направленных на увеличение мощности сахарных заводов и модернизацию технологии. В 2018–2019 гг. предложение сахара на рынке стало избыточным, что привело к снижению его цены и актуализации снижения себестоимости [1, 2].

В ряде случаев финансовые результаты инвестиционных проектов получились ниже ожидаемых. По мнению авторов, причинами такого положения дел являются некорректный выбор способов модернизации завода и неполный учёт рисков, характерных для отрасли, таких как циклическое изменение цены на сахар и риски сырьевой базы.

Как правило, модернизация заводов в сахарной промышленности реализуется в следующих направлениях:

– увеличение производительности завода с 3 до 6–8–9 (и более) тыс. т/сут;

– увеличение глубины обессахаривания до 3–4–5 продуктов с внедрением в технологическую схему вертикальных кристаллизаторов;

– оптимизация отделения сокоочистки, схемы подготовки и очистки воды, тепловой схемы всего производства и т. д.;

– полная автоматизация и централизованное управление всеми процессами производства;

– организация дополнительных производств на основе глубокой переработки отходов производства, снижающих себестоимость сахара: сушка и грануляция жома, переработка (дешугаризация) мелассы.

Увеличение мощности производства предполагает максимальные затраты в короткий период при условии работы завода без потери сезона, наличие земельного банка, обеспечивающего сырьевую безопасность будущего (модернизированного) производства. Такие возможности имеются у крупных компаний с вертикальной интеграцией. Но для большинства заводов России (из 75 на 01.01.2020 только 19 имеют фактическую производительность выше 6 тыс. т/сут) экстенсивный путь снижения себестоимости за счёт увеличения мощности неприемлем по различным причинам. Вместе с тем на заводах производительностью от 3 до 6 тыс. т можно получить высокий финансовый результат с относительно небольшими инвестиционными затратами.

В качестве положительного примера можно привести результаты Боринского (3–3,5 тыс. т/сут) и Хмелинецкого (6 тыс. т/сут)

заводов в Липецкой области, имеющих одну из самых низких в отрасли себестоимость сахара.

## Сравнение

### направлений модернизации свеклосахарного производства

При обосновании направлений модернизации производства в ходе исследований нами рассматривались свеклосахарные заводы с номинальной производительностью 3 и 6 тыс. т/сут. При этом не учитывалась возможная и фактическая переработка сахара-сырца. Оценка направлений модернизации производилась с учётом управляемости производства. В данном случае под управляемостью производства подразумевается не только эффективность управления технологическими процессами, но и обеспечение сырья, а также логистика. При исследовании данного вопроса учитывалось, что заводы производительностью 6 и более тыс. т/сут имеют более сложное управление, зачастую лишены возможности гибко реагировать на изменения рынка. Оценивались управленческие риски, связанные с ритмичностью поставки сырья и сложностью управления производством. Кроме того, крупное производство предполагает большие единовременные капиталовложения, а привлечение заёмного капитала

значительно увеличивает расходы завода, которые необходимо минимизировать.

Проект, устойчивый к меняющейся рыночной конъюнктуре, должен иметь хорошую управляемость, минимальные постоянные затраты при максимальной обрабатываемости основных средств. Важным фактором является гибкость проекта – возможность увеличивать или уменьшать объёмы производства (без формирования убытка) в зависимости от ситуации на рынке.

При проведении модернизации важен комплексный подход, когда инвестиционный план учитывает не только собственно сахарное производство, но и особенности формирования сырьевой базы. В ходе проведённых экспериментальных исследований и прогнозных расчётов установлено, что стоимость сырья в себестоимости сахара составляет примерно 60–70 %. При этом в большинстве случаев вложения направляются преимущественно в основную технологию, которая формирует только 30–40 % себестоимости сахара. Бюджеты реагирования на риски сырьевой базы составляются или по остаточному принципу, или вовсе не составляются.

Проанализировав доступные данные о фактических объёмах переработки свеклосырья модернизированными заводами, авторы пришли к выводу, что при увеличении производительности следует ориентироваться на максимально консервативную, может быть даже пессимистическую, оценку сырьевой базы, поскольку причиной невыхода многих модернизированных заводов на проектную производительность явился банальный недостаток свеклосырья. Вместо запланированных 120–140 дней заводы перерабатывают свёклу 90–100 дней [3]. При этом каждая декада сокращения сезона переработки увеличивает себестоимость

**Таблица 1.** Уменьшение себестоимости сахара при увеличении продолжительности сезона переработки

Продолжительность сезона переработки, сут	90	110	130	150
Себестоимость 1 т сахара на заводе производительностью <b>3 тыс. т/сут, р/кг</b>	25,6	23,6	22,8	22,6
Себестоимость 1 т сахара на заводе производительностью <b>6 тыс. т/сут, р/кг</b>	23,3	21,8	20,4	19,9

сахара и формирует объём упущенной выгоды завода. В табл. 1 приведена зависимость увеличения себестоимости сахара при сокращении сезона переработки с шагом в 20 дней. При сокращении объёма выпуска готовой продукции вырастает доля постоянных затрат в каждой тонне сахара.

В табл. 2 приведена динамика доли увеличения постоянных расходов при сокращении объёма выпуска готовой продукции с шагом в 10 тыс. т сахара. На рис. 1 представлено изменение процентной доли постоянных расходов от объёма готовой продукции.

Следует отметить, что при инвестировании в модернизацию производства доля постоянных затрат будет увеличиваться ввиду включения в их состав процентных платежей по обслуживанию долга. Исходя из приведённых данных,

можно утверждать, что величина привлечённых инвестиций (формирующих постоянные расходы) и продолжительность сезона переработки оказывают существенное влияние на формирование себестоимости. Таким образом, при определении направлений модернизации необходимо найти баланс между минимально достаточным размером инвестиций и максимально возможной продолжительностью сезона переработки.

Размер инвестиций в основное производство определяется в основном следующими целевыми показателями:

- производительность модернизированного производства;
- глубина обессахаривания – коэффициент извлечения сахара (соотношение процента выхода сахара к дигестии поступившей на завод свёклы).

**Таблица 2.** Динамика роста процентной доли постоянных расходов при уменьшении выпуска готовой продукции (сахара)\*

Объём сезонного выпуска готовой продукции завода производительностью <b>3 тыс. т/сут, т сахара</b>	64 000	57 000	50 000	40 000
Процентная доля постоянных расходов на заводе производительностью <b>3 тыс. т/сут, %</b>	38,7 %	41,4 %	44,5 %	48,1 %
Объём сезонного выпуска готовой продукции завода производительностью <b>6 тыс. т/сут, т сахара</b>	150 000	140 000	130 000	120 000
Процентная доля постоянных расходов на заводе производительностью <b>6 тыс. т/сут, %</b>	29,4 %	31,3 %	33,9 %	36,9 %

\*Примечание. Приведённые значения получены расчётным путём на основании анализа финансовой модели заводов производительностью 3 и 6 тыс. т/сут

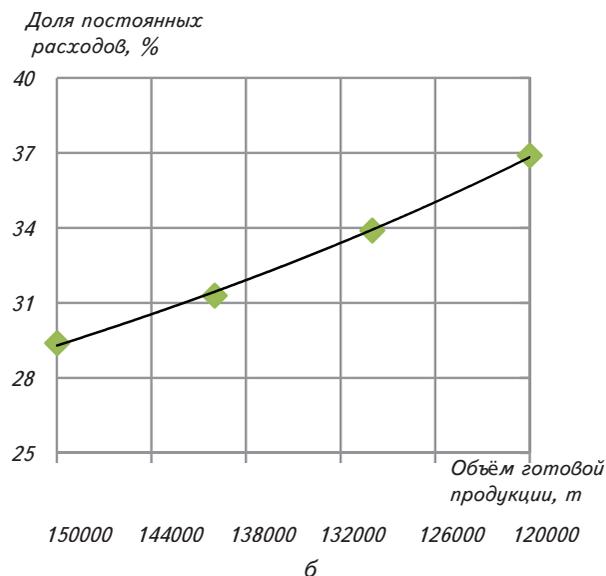
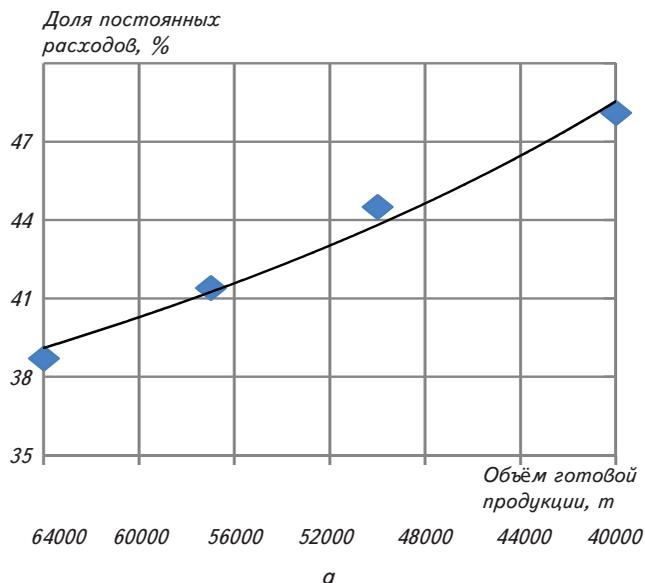


Рис. 1. График изменения доли постоянных расходов от объёма готовой продукции для завода производительностью: а) 3 тыс. т/сут; б) 6 тыс. т/сут

Такие направления, как строительство жомосушки, отладка тепловой и других технологических схем, централизация и автоматизация производственного процесса от приемки свёклы до её хранения и отгрузки готовой продукции потребителям, менее капиталоемки и желательны на любом заводе.

Производительность завода должна иметь прямую корреляцию с сырьевой базой. Желательным ориентиром сырьевой безопасности является обеспеченность завода сырьём от собственной агрофирмы на 70–80 %. Оставшийся объём должен быть доступен к приобретению у сторонних свеклосдатчиков (фермеров). Если собственный земельный банк меньше указанной величины, то наращивание производительности будет сопряжено с рисками.

Неверным является также и подход, при котором завод полностью отказывается от сторонних свеклосдатчиков, переходя только на сырьё собственного производства. Качество свёклы у большинства фермеров выше, чем в агрохолдингах с вертикальной интеграцией. Теряется ориентир качества

сахарной свёклы для собственной агрофирмы (перерабатывается всё, что привезём). К сторонним свеклосдатчикам нужно относиться как к своему страховому фонду. В неурожайные годы они должны быть лояльны заводу, ценить сотрудничество. Главным фактором поддержки должна быть льготная приёмка — «зелёный свет» в период массовой копки. Избавление свекловодов от рисков потерь свёклы при хранении и транспортировке — это существенный элемент конкурентоспособности завода на рынке сырья.

#### Увеличение продолжительности сезона переработки сахарного завода

Недооценённым направлением модернизации свеклосахарного производства является увеличение продолжительности сезона переработки, достигаемое за счёт комплекса организационно-технических мероприятий:

- переход на выращивание и переработку сахарной свёклы повышенной лёжкости;
- использование прогрессивных технологий длительного хранения

свёклы, в том числе вентилирования (далее ДХС — длительное хранение сырья).

Многие заводы стараются завершить сезон к середине декабря. Главной причиной является прогрессирующее снижение качества сырья в поздние сроки сезона переработки (табл. 3), что приводит к подекадному росту себестоимости сахара.

На рис. 2 представлены графики изменения прямой производственной себестоимости без накладных затрат 1 т сахара на заводе производительностью 3 и 6 тыс. т/сут.

Продлить сезон переработки можно внедрением в агропроизводство сахарной свёклы с увеличенным сроком хранения в кагатах. Работа по сортам и гибридам сахарной свёклы с повышенной лёжкостью связана с деятельностью ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» под руководством И.В. Апасова. Ежегодно стадию испытаний проходят около 200 сортов и гибридов [4, 5]. По итогам испытаний один-два сорта или гибрида вносятся в Государственный реестр селекционных

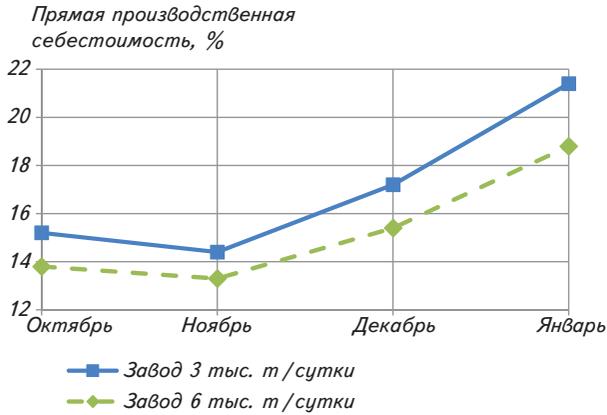


Рис. 2. График изменения прямой производственной себестоимости без накладных затрат 1 т сахара на заводе производительностью 3 и 6 тыс. т/сут

достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации.

Большой вклад в развитие вентилируемого хранения сахарной свёклы на свеклопунктах внесли отечественные учёные М.З. Хелемский, В.А. Князев, А.В. Корниенко и др. [6, 7]. С началом перестройки в 1990-х гг. использование вентилиации было приостановлено. Возврат к технологии произошёл в 2013 г. во многом благодаря усилиям председателя правления Союзроссахара А.Б. Бодина, организовавшего обмен опытом отечественных

сахаропроизводителей со специалистами из США, где данная технология применяется в промышленных масштабах.

К сожалению, внедрение ДХС на начальном этапе было не вполне успешным. Во многом это связано с тем, что сахаропроизводители внедряли технологию самостоятельно, при минимальном привлечении профильных специалистов отечественной науки. Начиная с 2018 г. в Мичуринском государственном аграрном университете ведутся исследования по теме «Совершенствование технологии и разработка режимов хранения сахарной свёклы в кагатах». В 2020 г. разработка университета заняла второе место на Всероссийском конкурсе на лучшую работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных высших учебных заведений Минсельхоза России в номинации «Технические науки».

Разработанная университетом технология успешно применяется в реальном производстве. Хорошие результаты были получены в 2019 г. в условиях аномально тёплой осени в Курской области. На при заводском свеклопункте одного из заводов в поздние сроки сезона переработки (январь 2020 г.) были достигнуты следующие технологические характеристики качества сырья, представленные в табл. 4 [8].

Основываясь на полученных данных, предлагаем рассматривать ДХС как одно из направлений модернизации свеклосахарного производства, сохраняющее технологическое качество сахарной свёклы при длительном хранении и позволяющее снизить себестоимость сахара за счёт увеличения его выхода и удлинения сезона переработки. Оценивая стоимость и окупаемость различных вариантов модернизации свеклосахарного производства, следует отметить выгодное отличие ДХС (табл. 5).

Таблица 3. Рост прямой производственной себестоимости сахара (без накладных затрат) в зависимости от снижения качества сахарной свёклы при хранении в кагатах без вентилиации\*

Период переработки	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь
Прямая производственная себестоимость без накладных затрат 1 т сахара на заводе производительностью 3 тыс. т/сут, р.	15,2	14,4	17,2	21,4
Прямая производственная себестоимость без накладных затрат 1 т сахара на заводе производительностью 6 тыс. т/сут, р.	13,8	13,3	15,4	18,8

\* Примечание. В составе прямой производственной себестоимости без накладных затрат учитываются затраты, непосредственно связанные с производством, в том числе сырьё, материалы, затраты на планово-предупредительные и текущие ремонты оборудования, ФОТ производственного персонала, услуги сторонних предприятий, участвующих в производственных процессах завода.

Таблица 4. Технологическое качество и показатели переработки свёклы из кагатов с вентилиацией и без таковой в сезоне 2019–2020 гг.

Показатели	Без активной вентилиации	30 % невентилируемой и 70 % вентилируемой свёклы (микс)	Вентилируемый кагат
	Декабрь	Январь	Январь
Потери массы, %	6,8	3,5	2,3
Тургор	Низкий	Хороший	Хороший
Дигестия, %	14,7	16,9	17,8
Выход сахара, %	11,7	13,5	14,7
Доброкачественность свекловичного сока, %	80	83	86

*Таблица 5. Стоимость и сроки окупаемости различных вариантов модернизации*

Варианты модернизации сахарного производства	Завод производительностью 3 тыс. т/сут		Завод производительностью 6 тыс. т/сут	
	Стоимость инвестиций, млн р.	Срок окупаемости инвестиций, сезон	Стоимость инвестиций, млн р.	Срок окупаемости инвестиций, сезон
Увеличение производительности завода с 3 до 6 тыс. т/сут (три продукта)	3 600	6,2	—	—
Жомосушка	500	4,3	700	2,9
ДХС	100	2,5	200	1,6

При выборе глубины обессахаривания следует придерживаться разумного баланса между величиной капиталовложений и количеством получаемого дополнительного сахара. Важно учитывать не только себестоимость сахара в целом по заводу, но и по каждому из продуктов в отдельности. В большинстве случаев целесообразно ограничиваться тремя продуктами с глубокой кристаллизацией последнего продукта.

Инвестиции в обессахаривание до уровня четвертого-пятого продуктов имеют слишком длительный горизонт окупаемости. Относительно небольшое количество дополнительного сахара от четвертого и пятого продуктов обходится дорого. Меласса с низким содержанием сахаров (ниже ограниченного ГОСТ 30561-2013) менее востребована на рынке. Существует определённый риск превращения мелассы из готового продукта в отходы с дополнительными затратами на утилизацию.

Наибольший экономический эффект можно получить, когда ДХС дополняет одну из стандартных схем модернизации завода. Увеличение продолжительности работы модернизированного завода позволит увеличить фондоотдачу основных средств, получить до-

полнительное количество готовой продукции и добавленной стоимости, сократить срок окупаемости инвестиций в модернизацию.

Важной функцией технологии ДХС, кроме сохранения технологического качества свёклы при длительном хранении, является компенсация рисков сырьевой базы, таких как распутица, заморозки, чередующиеся с оттепелями.

ДХС позволяет изменить пространственный алгоритм логистики сырья между заводом и свеклосеющими хозяйствами, когда урожай до конца сезона хранится в кагатах на полях выращивания и постепенно перевозится на завод вплоть до декабря. В ноябре-декабре в Центрально-Чернозёмном регионе погодные условия характеризуются чередованием заморозков и оттепелей, что приводит к снижению технологического качества и сахаристости свёклы [9]. Распутица в некоторых случаях (Курская область, 2015 г.) может полностью прекратить подвоз свёклы и остановить завод. При этом одни сутки простоя сахарного завода обходятся от 4 до 9 млн р. в зависимости от его производительности. Вынужденное сокращение объёма переработки из-за уменьшения поступления сырья — это тоже потери, сопровождающиеся

ростом доли постоянных и переменных расходов в себестоимости сахара.

При ДХС 30 % от объёма годовой переработки завода появляется возможность полностью вывезти весь урожай на призаводской свеклопункт в срок до середины ноября и уйти от рисков распутицы и заморозков. Такой прецедент был создан в 2019 г. на одном из заводов в Курской области. При нахождении в кагатах ДХС свёкла не повреждается заморозками из-за больших размеров кагатов.

Сокращение сроков вывоза урожая до середины ноября выгодно не только заводу, но и свеклосдатчику. При длительном хранении в полевых кагатах на полях выращивания потери свекловодов могут достигать 15–25 % [10]. Максимальный вывоз сахарной свёклы в период массовой копки можно рассматривать как инструмент повышения конкурентоспособности завода на рынке свеклосырья. Хранение свёклы в полях по декабрь включительно сопряжено с потерями и рисками для свеклосдатчиков.

Увеличение продолжительности сезона переработки модернизированного завода путём применения технологии ДХС сокращает срок окупаемости проекта модернизации в целом. Вентилируемое хранение позволяет существенно замедлить подекадный рост себестоимости сахара из-за ухудшения технологических качеств сырья. В условиях Центрально-Чернозёмного региона становится возможной работа завода по январь включительно. Продление сезона на 35 дней увеличивает фондоотдачу основных средств в 1,4 раза, или на 40 %.

В табл. 6 представлена окупаемость модернизации завода с увеличением производительности с 3 до 6 тыс. т/сут при продолжительности сезона переработки 105 дней (без ДХС) и 140 дней (с ДХС).

**Таблица 6.** Сроки окупаемости модернизации завода производительностью 6 тыс. т/сут при различной длительности сезона переработки

Направление модернизации	Ориентировочная стоимость инвестиций, млн р.	Окупаемость инвестиций без ДХС при продолжительности сезона переработки 105 дней	Окупаемость инвестиций при наличии ДХС при продолжительности сезона переработки 140 дней	Величина сокращения срока окупаемости при сочетании инвестиций в основное производство с ДХС
Жомосушка для завода производительностью 3 тыс. т	500 млн р.	4,3 сезона	3,2 сезона	1,1 сезона
Жомосушка для завода производительностью 6 тыс. т	700 млн р.	2,9 сезона	2,2 сезона	0,7 сезона
Увеличение производительности завода с 3 до 6 тыс. т	3 600 млн р.	6,2 сезона	4,1 сезона	2,1 сезона
ДХС на 200 тыс. т	200 млн р.	—	1,6 сезона	—

Таким образом, можно сделать вывод, что одновременное инвестирование в основную технологию и сырьевое направление позволяет сократить сроки окупаемости при комплексной модернизации на 25–30 %.

Выбор корректной схемы модернизации с включением мероприятий по вентилируемому хранению свёклы (ДХС) позволяет не только снизить себестоимость сахара, но и выстроить партнёрские отношения со свеклосдатчиками, а также расширить сырьевую базу завода за счёт создания удобных для сторонних свеклосдатчиков условий приёмки. Синхронизация массовой копки с массовой приёмкой на ДХС позволит свекловодам увеличить выручку от данной культуры, максимально сократить потери урожая, минимизировать риски, сопряжённые с хранением свёклы в полевых условиях (распутица, заморозки и проч.).

Применение технологии ДХС для вертикально интегрированных компаний — это, прежде всего, увеличение выхода сахара на 1–2,5 т/га посевных площадей при урожайности 400–500 ц/га. Применяемый в агрохолдингах учёт «сквозной себестоимости сахара — от гектара до мешка» делает востребованной технологию ДХС как инструмент предотвращения потерь сахара при хранении в кагатах на полях выращивания.

Наряду с преимуществами технологии ДХС следует отметить и особенности её применения. Предлагаемое на рынке оборудование использует разные технологические решения, имеет свою специфику и показывает разную эффективность. В настоящее время на рынке присутствует несколько производителей: ООО «ЗИПо», ООО «АгроХолод», ООО «Агровент» и др. Подбор оборудования должен выполняться

под конкретные условия завода, желательно с участием профильных специалистов. Оборудование разных производителей отличается между собой как конструктивными особенностями вентиляционных систем, так и способами автоматизированного управления. Во избежание ошибок обязательным является составление технического задания. При этом далеко не во всех случаях нужно строить новые кагатные поля и приобретать дорогостоящие «суперБУМы» высокой производительности. Можно обойтись и той техникой, которая уже имеется у завода, например «Комплекс 65М2Б3-К». Очень важным является вопрос с кадровым обеспечением технологии. Для успешной реализации проекта нужна бригада ДХС, члены которой помимо собственно монтажных работ должны разбираться в электротехнике, КИП и АСУ ТП. Альтернативный путь — передача работ ДХС на аутсорсинг подрядной организации. Для уменьшения управленческих рисков желательно внедрять технологию постепенно в течение двух-трёх сезонов с поэтапным наращиванием объёма хранения, чтобы адаптировать сырьевую службу завода к новым условиям приёмки и хранения сырья.

Развитие информационных технологий и технологии интернет вещей вывело ДХС на новый уровень. Современные решения ДХС имеют специализированное программное обеспечение, позволяющее использовать до пяти и более различных режимов вентилирования в зависимости от состояния сырья и погодных условий. Появились принципиально новые решения в части равномерного распределения воздушного потока внутри кагата. Накапливается опыт эксплуатации ДХС на имеющихся при заводских кагатных полях без дополнительного строительства.

**Заключение**

В настоящей статье впервые проанализированы изменения экономических показателей сахарного завода при сочетании инвестиций в стандартные схемы модернизации с инвестициями в технологию длительного хранения сахарной свёклы. Включение ДХС в инвестиционную программу модернизации производства позволит сохранить и расширить сырьевую базу за счёт снижения потерь, увеличить фондоотдачу сахарного завода, ускорить возврат инвестиций на 25–30 % и снизить себестоимость сахара.

**Список литературы**

1. *Калиничева, Е.Ю.* Приоритеты экономической стратегии функционирования свеклосахарного подкомплекса АПК Российской Федерации / *Е.Ю. Калиничева, М.Н. Уварова* // Вестник Орловского государственного аграрного университета. — 2017. — № 2 (65). — С. 62–72.
2. *Путилина, Л.Н.* Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития / *Л.Н. Путилина, Е.А. Дворянкин, И.В. Апасов, М.А. Смирнов* // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2017. — № 2 (72). — С. 180–190.
3. Информационный бюллетень Союзроссахара. — 2020. — № 12 (720). — 25 с.
4. *Королькова, А.П.* Развитие селекции сахарной свёклы в России / *А.П. Королькова, Л.А. Немещина, Т.А. Щеголихина* // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. — Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук, 2019. — С. 545–552.
5. *Корниенко, А.В.* Изменения в процессе селекции и методики оценки гибридов сахарной

свёклы / *А.В. Корниенко, С.И. Скачков, Л.В. Семенихина, Ю.Н. Мельников* // Бюллетень Государственного Никитинского ботанического сада. — 2019. — № 132. — С. 135–142.

6. *Путилина, Л.Н.* Приёмы повышения сохранности свекловичного сырья в кагатах / *Л.Н. Путилина, Н.Г. Кульнева* // Мат. конф. «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов (г. Курск). — 2019. — С. 317–320.

7. *Завражнов, А.И.* Снижение потерь сахарной свёклы при хранении / *А.И. Завражнов, А.А. Завражнов, С.М. Кольцов, С.С. Толстошеин* // Сельский механизатор. — 2020. — № 5–6. — С. 35–36.

8. *Завражнов, А.И.* Эффективность вентилируемого хранения сахарной свёклы в условиях Центрально-Чернозёмного региона / *А.И. Завражнов [и др.]* // Сахар. — 2020. — № 8. — С. 20–26.

9. *Апасов, И.В.* Особенности формирования технологических качеств сахарной свёклы в Центрально-Чернозёмном регионе в производственном сезоне 2019 года и их влияние на переработку сырья *И.В. Апасов, Л.Н. Путилина* // Сахар. — 2020. — № 7. — С. 22–26.

10. *Щеголихина, Т.А.* Анализ селекционной деятельности по сахарной свёкле в Российской Федерации / *Т.А. Щеголихина* // Никитинские чтения. — 2018. — № 23. — С. 46–49.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы модернизации свеклосахарного производства. Представлены результаты расчёта изменения себестоимости сахара в зависимости от продолжительности работы завода и динамика роста процентной доли постоянных расходов при уменьшении выпуска готовой продукции. Проанализирована зависимость роста прямой производственной себестоимости сахара от снижения качества сахарной свёклы при хранении в кагатах без вентиляции. Описаны технологические и экономические аспекты вентилируемого хранения сахарной свёклы. Рассчитаны сроки окупаемости модернизации завода с производительности 3 тыс. т/сут до 6 тыс. т/сут с учётом внедрения технологии длительного вентилируемого хранения сырья и без таковой.

**Ключевые слова:** модернизация, сахарный завод, сахарная свёкла, длительное хранение сырья, хранение, свеклосырьё, сахар.

**Summary.** The article deals with the modernization of sugar beet production. The results of calculating the change in the cost of sugar production depending on the duration of the plant's operation and the dynamics of the growth of the percentage of fixed costs with a decrease in the output of finished products are presented. The dependence of the growth of the direct production cost of sugar on the decrease in the quality of sugar beet when stored in storage of sugar beet without ventilation is analyzed. Technological and economic aspects of ventilated storage of sugar beet are described. The payback period of the modernization of the plant was calculated from the capacity of 3 thousand tons to 6 thousand tons per day, taking into account the introduction of the technology of long-term ventilated storage of raw materials and without it.

**Keywords:** modernization, sugar factory, sugar beet, long-term storage of raw materials, storage, beet raw materials, sugar.



Научно-информационный портал  
**хранение свёклы.рф**

**Технология, экономика, оборудование и препараты для длительного вентилируемого хранения сахарной свёклы**