

**ИННОВАЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ:
ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА
НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ ПРЕДПРИЯТИИ
С ПОЛНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ЦИКЛОМ
НА ПРИМЕРЕ АО «СОРБЕНТ»**

© 2021 В.С. Патрушев, В.Л. Попов*

В статье рассмотрен процесс внедрения инновационной модели производства на промышленном предприятии с полным производственным циклом. Выявлены ключевые особенности существующих моделей внедрения инноваций в производственный процесс, оценены их преимущества и недостатки. На примере АО «Сорбент» исследован процесс внедрения инноваций в условиях реального производства, а также проведена оценка влияния инновационного процесса на общую экономическую эффективность предприятия. На основе полученных данных предложена общая модель проведения инновационных преобразований на высокотехнологичном промышленном предприятии с полным производственным циклом. Основные элементы предложенной трехмерной модели включают в себя базовые процессы управления изменениями, проектами и инновациями. Дополнительно в модель включены процессы повышения инновационного потенциала, улучшения внутренних и внешних коммуникаций посредством внедрения цифровых технологий, повышения эффективности производственного процесса за счет совершенствования производственной системы.

Ключевые слова: промышленное предприятие, модель управления развитием, изменения, проекты, инновации, практическое применение.

Основные положения:

- ◆ проведен анализ существующих моделей внедрения инноваций в производственный процесс;
- ◆ исследован процесс внедрения инноваций в условиях реального производства;
- ◆ проведена оценка влияния инновационного процесса на общую экономическую эффективность предприятия;
- ◆ предложена общая модель проведения инновационных преобразований на высокотехнологичном промышленном предприятии с полным производственным циклом.

Введение

В своем историческом развитии мировая экономическая система претерпевала множество изменений и неоднократно меняла модель своего развития. Начиная с традиционной формы и проходя стадии плановой и смешанной форм экономики, к концу XX века экономическая система большинства стран мира стала основываться преимущественно на рыночных формах отношений. Характерными особенностями такой экономики являются

(1) полная административная независимость, (2) большое разнообразие форм собственности и, как следствие, (3) чрезвычайно высокий уровень конкуренции. Поскольку процесс образования цен на товары и услуги при рыночной экономике не контролируется государством и определяется лишь свободой выбора и действий продавцов и покупателей, производители товаров вынуждены вести непрерывную борьбу за повышение экономической эффективности производственного процесса и,

* Патрушев Владимир Сергеевич, Акционерное общество «Сорбент». E-mail: patrushev94@yandex.ru; Попов Виктор Леонидович, доктор экономических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. E-mail: pku06@mail.ru.

как следствие, конкурентоспособности своих товаров и услуг. Именно эта борьба за повышение эффективности производства в сочетании с высокой адаптивностью к быстроменяющимся условиям рынка и способностью к удовлетворению потребностей потребителей за счет производства товаров и услуг высокого качества и составляют фундамент, на котором базируются высокая прибыльность и живучесть компаний-производителей.

Сейчас, в начале XXI века, при сохранении разнообразия форм собственности на средства производства, рыночных методов образования цен на товары и услуги, а также выстраивания взаимоотношений между хозяйствующими субъектами мировая экономика все больше глобализируется. Данный процесс характеризуется возникновением новых экономических связей, союзов и ассоциаций. Некоторые из этих связей и союзов не существовали раньше. Другие были невозможны в принципе. При этом скорость коммуникации между хозяйствующими субъектами увеличивается, а границы и барьеры, которые ранее ограничивали объемы торговли, уменьшаются или полностью исчезают. С одной стороны, процессы глобализации экономики открывают перед производителями новые возможности. С другой стороны, эти же процессы приводят к значительному усилению конкуренции на рынке. Кроме того, растет волатильность и сложность прогнозирования поведения рынка.

Как показывает опыт компаний, которые являются активными участниками международного рынка товаров и услуг, в таких условиях эффективной стратегией повышения конкурентоспособности является повышение эффективности производства за счет внедрения инноваций¹. При этом инновациями считается любой продукт или процесс, внедренный или внедряемый на предприятии и ведущий к (1) значительному повышению качества уже производимого продукта или услуги, (2) повышению эффективности производственных процессов либо (3) выпуску совершенно нового продукта с потребительскими свойствами, отличными от предыдущих продуктов².

Далее рассмотрим подробнее каждый из перечисленных видов инноваций.

1. В условиях свободного рынка с присущим ему разнообразием товаров и производителей наиболее успешным, как правило, является продукт с наивысшим качеством (т.е. способностью наилучшим образом удовлетворить потребности и желания потребителя) по отношению к его цене. Таким образом, инновации, ведущие к повышению качества продукта при сохранении рыночной цены, резко повышают его привлекательность для потребителя и, как следствие, приводят к увеличению доли этого продукта на рынке. Хорошим примером внедрения инноваций для повышения качества производимой продукции являются азиатские производители бытовой электроники, такие как, например, Samsung Electronics Co., Ltd. Еще несколько десятилетий назад данная компания была региональным производителем, практически не известным за пределами Южной Кореи. Продукция компании состояла из нескольких десятков наименований, но ее качество было невысоким. Основными покупателями данной продукции были представители социальных групп людей с низким доходом, которые не могли себе позволить продукты более высокого качества. Однако проведение в конце 1990-х гг. внутри компании системных реформ, направленных на сокращение ассортимента продукции с одновременным повышением ее качества, вывели Samsung Electronics в число мировых лидеров по производству электронных изделий бытового назначения. Позиционирование компании на рынке также изменилось. Из компании – производителя дешевой продукции для малообеспеченных слоев населения Samsung Electronics превратилась в производителя электроники для среднего класса.

2. Как и в описанном выше случае повышения конкурентоспособности продукта на рынке за счет повышения его качества, уменьшение цены продукта за счет повышения эффективности производственных процессов тоже дает компаниям-производителям преимущества на рынке. Инновационный подход к повышению эффективности производственных процессов хорошо виден на примере североамериканских производителей автомобилей (General Motors, Ford Motor Company, Tesla Inc. и др.), которые за счет внедрения роботизи-

зации производственных линий организовали производственный процесс в режиме 24/7 с небольшой долей бракованной продукции и сокращением человеческих ресурсов, задействованных на производстве. В результате этого автомобильные компании получили повышение производительности на 30% и снижение производственных затрат вплоть до 50%, что значительно повысило их конкурентоспособность на мировом рынке.

3. И, наконец, примером внедрения инноваций для запуска совершенно нового продукта является компания Apple Inc., которая, выпустив в начале 2000-х гг. ряд не имеющих аналогов на рынке продуктов и услуг, по существу произвела революцию в индустрии бытовой электроники и музыки, создав ранее не существующую нишу носимой электроники. В результате успешной реализации инновационной политики капитализация Apple Inc. превысила 1044 трлн долл., что сделало ее самой дорогой публичной компанией в истории человечества.

Развитие инновационного производства – дорогостоящий и трудоемкий процесс, связанный с высокими рисками. В то же время именно инновации, в случае успеха, могут принести компании огромные прибыли, которые недоступны при традиционном материальном способе производства или концентрации финансов. Именно поэтому экономики большинства так называемых развитых стран мира являются по сути инновационными, т.е. экономикой, основанными на постоянном технологическом совершенствовании с преобладанием высокотехнологичной продукции в производстве и экспорте. Добавленная стоимость как самой продукции, производимой в этих странах, так и технологий для ее производства очень высока, а прибыль создается в основном за счет знаний и навыков технологов и ученых. Хорошим примером здесь являются экономики Японии, США и Германии, где расходы на исследования и разработки новых технологий составляют порядка 2,7–3,5% ВВП³. При этом доля указанных стран в общем объеме экспортной торговли высокотехнологичной продукцией на мировом рынке составляет 39% для США, 30% для Японии и 15% для Германии⁴.

В то же время доля инновационного производства в России пока еще недостаточно велика и сильно отстает по показателям расходов ВВП на наукоемкие разработки и исследования и доли экспорта высокотехнологичной продукции от перечисленных выше стран – лидеров по внедрению инноваций в промышленное производство. Так, приходящаяся на Россию доля высокотехнологичной продукции на мировом рынке составляет не более 0,3%⁵. При этом расходы на научные разработки и инновационную деятельность в России – порядка 1% ВВП⁶. Именно поэтому модернизация российской экономики, направленная на повышение инновационной составляющей промышленного производства, является одной из приоритетных задач, стоящих перед нами в настоящее время.

Цель данной работы – разработка общей модели внедрения инновационных преобразований на российском предприятии с высоким научно-техническим потенциалом и собственным промышленным производством. Также в работе проводится оценка эффективности предложенной модели в условиях реального производственного процесса на примере АО «Сорбент», расположенного в г. Пермь. Рассмотрен период с декабря 2017 г. по декабрь 2018 г. По результатам сравнения реальных производственных показателей АО «Сорбент» с ожиданиями, полученными в процессе моделирования, делается вывод о высокой эффективности предложенной модели.

Методы

Прежде всего, рассмотрим общую модель проведения инновационных преобразований на промышленном предприятии, определив основные элементы модели, а также описав процессы, которые необходимо учитывать при применении данной модели в условиях реального производства. Важным качеством правильно построенной модели является ее общность, т.е. применимость модели к целому классу систем со схожими свойствами. Так, в рамках данного исследования принадлежность к классу определяется следующими признаками: 1) наличием полного цикла производства, начинающегося с работы с сырьем и заканчивающегося выпуском готовой продук-

ции и 2) наличием собственных научных или инженерно-конструкторских отделов, занимающихся разработкой или усовершенствованием технологий производства. Общность модели достигается за счет выделения и учета наиболее важных параметров и свойств, присущих данному классу, и, одновременно с этим, игнорирование всех несущественных деталей, усложняющих процесс исследования, но не влияющих существенным образом на конечный результат моделирования. При этом, помимо общности, модель должна быть адекватной, т.е. соответствующей какой-либо реальной системе или классу по совокупности наиболее важных качеств и характеристик. Также она должна обладать точностью, характеризующейся степенью совпадения данных, полученных в процессе моделирования, с желаемыми результатами.

Создание модели инновационного производства – сложный процесс, зависящий от ряда обстоятельств. Прежде всего, здесь можно выделить обстоятельства места и времени, а также масштаб производственного процесса, в рамках которого эта модель будет применяться. Примером простейшей модели инновационного производства служит линейная модель, предложенная, в 50-е гг. XX столетия⁷ (рис. 1а). Данная модель относится к так называемому первому поколению и подразумевает, что процесс создания инноваций – это односторонний, последовательный переход от этапа фундаментальных научных исследований к инженерно-конструкторским разработкам и дизайну и, далее, к производству, маркетингу и продажам. При разработке модели считалось, что начальный этап (научные исследования) – наиболее важная часть процесса создания инновации. В данной связи модель первого поколения получила название модель типа «технологический толчок». В рамках модели ожидалось, что эффективность инновационного производства определяется лишь объемами инвестиций в фундаментальную науку. Никакой трансформации самого производственного процесса не предусматривалось. Кроме того, запросы рынка в модели первого поколения не учитывались, что в конечном итоге делало компании, следовавшие этой мо-

дели, неконкурентоспособными на потребительском рынке.

Чтобы устранить недостатки модели инновационного производства первого поколения, в модели второго поколения акцент сместился с фундаментальных исследований на потребности рынка⁸. Модель инновационного производства второго поколения получила название модель «рыночного притяжения». Такая трансформация позволяла инновационным компаниям значительно лучше удовлетворять потребности потребителей в условиях острой конкуренции и тем самым повышала их выживаемость на рынке. Однако, по сути, модель «рыночного притяжения» оставалась все той же линейной моделью с последовательными переходами между различными этапами (рис. 1б) и всеми присущими такой структуре недостатками. Так, с одной стороны, характерной чертой модели второго поколения было пренебрежение долгосрочными научными исследованиями и разработками. С другой стороны, процесс создания инноваций все еще рассматривался как последовательность только лишь поступательных преобразований. Все это приводило к неспособности компаний, следовавших этой модели, стабильно существовать на рынке в долгосрочной перспективе. Кроме того, как оказалось, стратегия «рыночного притяжения» практически исключала возникновение по-настоящему новых, революционных технологий, товаров и услуг.

Основываясь на неудачах линейных моделей инновационного производства, разработчики моделей третьего и более поздних поколений стали использовать более сложные структуры, в которых учитывалась возможность взаимного влияния различных элементов модели друг на друга⁹. При этом был осуществлен переход от последовательного расположения этапов производства инноваций к параллельному расположению, подразумевающему одновременное протекание нескольких процессов и существование петель обратной связи. Также ключевыми параметрами моделей поздних поколений становятся гибкость, быстрый и эффективный обмен информацией как внутри компании, так и во взаимодействии компании с внешним миром.

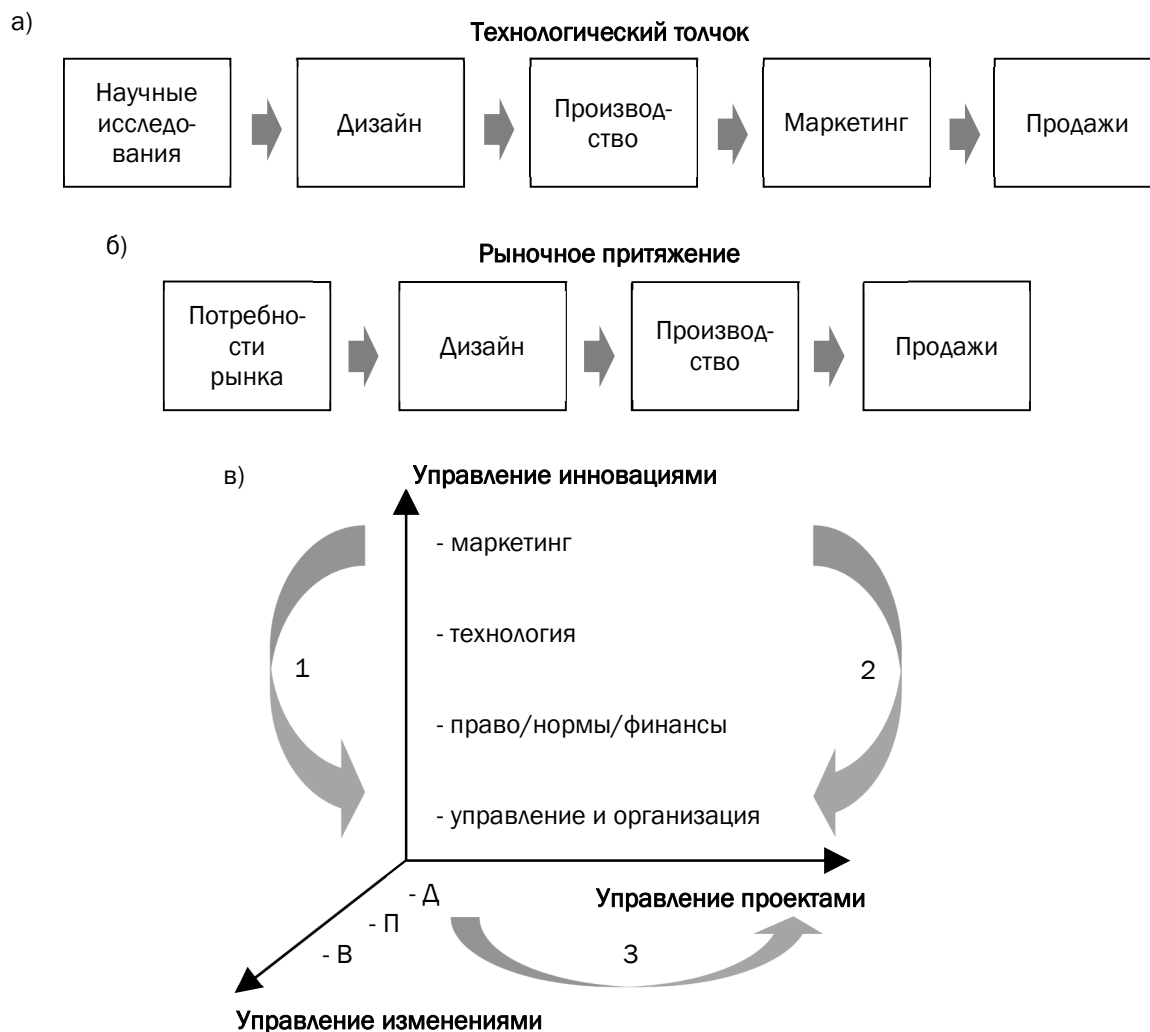


Рис. 1. Модели инновационного производства:

- а) Линейная модель инновационного производства первого поколения. Процесс создания инноваций представляется как последовательный переход от фундаментальных научных исследований к продажам продукции через стадии дизайна, производства и маркетинга (см.: Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. 1994. Vol. 11, № 1. Pp. 7–31);
- б) Линейная модель инновационного производства второго поколения. Процесс создания инноваций представляется как последовательный переход от потребностей рынка к дизайну, производству и продажам (см.: Там же);
- в) Разработанная авторами данной статьи модель инновационных преобразований на промышленном предприятии с полным производственным циклом: Д – диагностика, П – проектирование, В – внедрение, 1 – улучшение коммуникаций, 2 – совершенствование производственной системы, 3 – развитие инновационного потенциала персонала

Примером такой нелинейной модели является интерактивная модель инновационного производства. В рамках данной модели предполагается наличие каналов взаимодействия (петель обратной связи) между этапами инновационного процесса. Кроме того, учитывается влияние внешней среды на ход инновационного процесса. При этом, в отличие от линейных моделей, новые идеи генерируются и реализуются на всех этапах инновационного

процесса. Таким образом, фундаментальные исследования больше не рассматриваются как единственный двигатель инноваций. Кроме того, интерактивная модель учитывает роль потребителя, руководства компании, а также возможность коммерциализации технологий и продуктов на всех этапах инновационного процесса.

Принимая во внимание вышесказанное, а также учитывая особенности и потребности

внутреннего рынка и специфику конкретного производственного процесса, мы разработали модель инновационных преобразований на отечественном промышленном предприятии с большой долей высокотехнологичного производства и полным производственным циклом (рис. 1в). Общая структура данной модели может быть представлена как совокупность следующих элементов: анализ потребностей потребительского рынка; научные исследования и конструкторские разработки; проектирование прототипа и испытания; совершенствование производства; маркетинг и реализация¹⁰. При этом модель подразумевает параллельное расположение перечисленных элементов, при котором несколько процессов могут происходить одновременно¹¹. Так, процесс проведения научных исследований происходит одновременно с испытаниями и совершенствованием производства, а анализ потребностей рынка не прекращается даже на этапе реализации готового продукта. Кроме того, модель подразумевает существование обратных связей, соединяющих различные элементы (например, анализ рынка и реализацию продукта) и являющихся элементами учета непрерывно изменяющихся потребностей потребителя. Элементы модели на рис. 1в расположены по осям координат прямоугольной системы, что наглядно демонстрирует наличие нескольких независимых процессов, происходящих на предприятии. Кроме того, такое представление позволяет отслеживать и наглядно демонстрировать прогресс во всех областях инновационного преобразования одновременно. В этом случае начальное, текущее и ожидаемое положение предприятия будет изображено в виде точек, лежащих на определенной траектории в трехмерном пространстве.

Модель подразумевает создание на предприятии рабочих групп, занимающихся постоянным анализом рынка потребительских товаров и услуг, анализом внутренних характеристик предприятия, его производственного и научно-технического потенциала, наличие резервов и рисков от инновационных преобразований, управление проектами¹². Также подразумевается наличие процессов подбора и обучения научного персонала, дизайнеров,

инноваторов и т.д., планирование долгосрочной кадровой политики, призванной обеспечить непрерывность процесса передачи знаний, подбор оборудования и оснащение лабораторий и исследовательских центров. Модель включает в себя процессы производства конечного продукта, а также поиск оптимальных параметров производства, обеспечивающих минимальные производственные потери и, как следствие, оптимальное соотношение между стоимостью ресурсов и времени, с одной стороны, и качеством и объемом производства, с другой стороны¹³. В модели присутствуют коммуникационные технологии, как внутри компании, так и во взаимодействии с внешней средой.

Эффективность реализации предложенной модели напрямую зависит от скорости и объема передаваемой информации между отдельными элементами. Любое нарушение потока информации в результате потери, искажения или задержки данных влечет за собой дополнительные потери на производстве, обусловленные недопроизводством или перепроизводством продукта, ошибками в стратегическом планировании и/или научно-техническом исследовании. Здесь отметим важность внедрения цифровых технологий (так называемая цифровизация) как одной из составляющих в повышении эффективности коммуникации. При этом под цифровизацией здесь понимается не банальный перевод аналоговой информации в цифровую информацию, а создание принципиально новой, более эффективной модели получения, передачи и хранения информации. В качестве одной из составляющих процесса цифровизации предприятия отметим разработку и внедрение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Эти технологии, получившие широкое распространение в последние годы, способны заменить людей во многих процессах, связанных со сбором и анализом информации. Таким образом, в ближайшем будущем ожидается, что технологии искусственного интеллекта и машинного обучения произведут революцию в инструментах, доступных компаниям для анализа рынков сбыта, оптимизации, прогнозирования и стратегического планирования.

Результаты

Важным элементом данного исследования является использование предложенной модели в условиях реального производства, а также оценка влияния внедрения инновационного процесса на общую экономическую эффективность предприятия. В качестве полигона для отработки элементов модели инновационных преобразований было выбрано АО «Сорбент», расположенное в г. Пермь. Основанное в 1939 г. как завод по производству активированного угля, АО «Сорбент» в настоящее время является крупнейшим разработчиком и производителем средств индивидуальной защиты органов дыхания в Российской Федерации. Также компания производит различные виды активированного угля (более 40 наименований), коагулянты и системы для очистки питьевой воды.

К особенностям предприятия можно отнести наличие собственных как научно-технических, так и производственных линий. На момент проведения данного исследования штат сотрудников АО «Сорбент» составлял 1200 человек.

В соответствии с описанной выше моделью инновационные преобразования на предприятии включали в себя запуск ряда параллельно происходящих процессов, затрагивающих ключевые этапы производственного процесса. Учитывая тот факт, что АО «Сорбент» является действующим предприятием с непрерывным процессом производства, а также для минимизации рисков, процессы инновационного преобразования внедрялись поэтапно.

На первом этапе были созданы рабочие группы для диагностики и анализа текущего состояния предприятия, текущих и потенциальных рынков, изучения особенностей организации производства и выработки стратегии по внедрению инноваций.

В начале проекта группа из 4 сотрудников АО «Сорбент» прошла 2-недельный курс обучения, организованный при участии Министерства промышленности, предпринимательства и торговли Пермского края, Министерства экономического развития и государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Данный курс включал в себя как теоретический блок, так и обучение практическим навыкам и

инструментарий для управления производственной системой предприятия. По завершении обучения данная группа вернулась на предприятие для реализации полученных знаний в условиях производства. Состав группы был расширен за счет включения новых участников: сотрудников научно-технических служб и представителей производственных цехов. Также был организован отдел развития производственной системы (РПС), первичной задачей которого был поиск производственного участка для пилотного запуска процесса внедрения инновационных преобразований.

Предварительный анализ производственного процесса на предприятии, проведенный представителями рабочих групп и отдела РПС, показал наличие ряда трудоемких и энергоемких процессов, влияющих на общее время производства и приводящих к заметным потерям. Данные процессы, как правило, относились к операциям и действиям, основанным на использовании ручного труда. Также было установлено, что наличие потерь не влияет на качество конечного продукта, однако приводит к снижению экономической эффективности предприятия. В результате объем выпускаемой продукции меньше, чем позволяют мощности, имеющиеся у АО «Сорбент».

Для устранения выявленных производственных потерь на предприятии было решено внедрить инновационную модель производства, основанную на концепции бережливого производства (БП). Суть данной концепции сводится к созданию такой системы управления предприятием, при которой происходит непрерывный поиск и устранение всех видов производственных потерь, которые потребляют ресурсы, но не добавляют ценности производимому продукту в глазах потребителя. БП предполагает вовлечение всех сотрудников предприятия в процесс оптимизации, а также максимальную ориентацию на клиента. Отметим также, что выбор этой концепции хорошо согласуется с целями и задачами национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости», утвержденного президентом Советом при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол № 12 от 24 сентября 2018 г.).

Основываясь на результатах диагностики, проведенной в рабочих группах, на следующем этапе преобразований отдел РПС определил производственный участок для пилотного запуска процесса инновационных преобразований. Использовались следующие критерии отбора: 1) участок являлся конечным звеном в процессе сборки готовой продукции, 2) производственные операции имели циклический характер, 3) на участке имелись локализованные потери и 4) имелась необходимость в увеличении выпуска продукции. Далее было составлено описание начального состояния участка и производственного процесса на нем, а также разработана карта планируемого состояния участка по результатам проведения преобразований.

Для оценки эффекта от проведения инновационных преобразований были выделены следующие цели и показатели: 1) увеличение объема выработки в пересчете на одного работника при одновременном сокращении затрат времени на сборку единицы продукции, 2) сокращение ручного труда, 3) уменьшение объема незавершенных изделий и, как следствие, 4) прирост объема готовой продукции.

На третьем этапе внедрения концепции БП в рамках модели инновационных преобразований был произведен ряд действий, направленных на устранение выявленных проблем и повышение эффективности производственных процессов на участке. Так, была произведена частичная или полная автоматизация рабочих мест, повлекшая за собой существенное сокращение доли ручного труда (при сохранении общего количества рабочих мест). В частности, ранее выполнявшийся вручную контроль качества готовой продукции был заменен на автоматизированный процесс, что позволило сократить время проверки на 28%, а также позволило избавиться от ряда повторяющихся операций. Кроме того, была разработана и внедрена конструкция поворотного стола и оптимизирована структура рабочих мест. Это позволило добиться существенного сокращения общего времени сборки изделий (разница составила порядка 51%), а также избавило от необходимости ручной транспортировки полуфабрикатов по линии производства. Наконец, в качестве мер повышения эффек-

тивности производства на участках сборки готовой продукции был организован непрерывный поток движения единичных изделий, позволивший сократить общее время производственного процесса. Также была произведена оптимизация условий хранения готовых изделий и компонентов для их сборки.

Оценка эффективности внедренных на предприятии инновационных процессов проводилась путем сравнения основных производственных показателей АО «Сорбент» в декабре 2017 г. (до начала программы инновационных преобразований) и в декабре 2018 г., когда основные инновационные элементы были внедрены в производственный процесс и вступили в силу. Были рассмотрены следующие показатели: время протекания процесса (ВПП), выработка, т.е. количество готовой продукции, производимой одним сотрудником за единицу рабочего времени и соответствующей принятым на предприятии стандартам качества, а также доля незавершенного производства (НЗП).

Было отмечено, что уже по результатам первых месяцев проведения программы преобразований производственного процесса произошли значительные улучшения по всем наблюдаемым показателям. Так, по состоянию на декабрь 2017 г. время протекания процесса в среднем составляло 12 дней. Однако в апреле 2018 г., после старта программы инновационных преобразований, данный показатель сократился до 5 дней. В дальнейшем сокращение ВПП продолжилось и достигло значения 3 дня по состоянию на декабрь 2018 г. Таким образом, улучшение показателя ВПП за время исследования составило 75%. Основным фактором, который привел к столь значительному изменению величины ВПП, стал практически полный отказ от использования ручного труда в пользу автоматизированных процессов.

Также положительный эффект был получен от внедрения технологий визуализации и цифровизации производства, о чем подробнее будет рассказано ниже.

За тот же промежуток времени произошел прирост выработки с 34 шт. на человека в смену до 60 шт. То есть изменение за год составило порядка 76,5% (рис. 2).

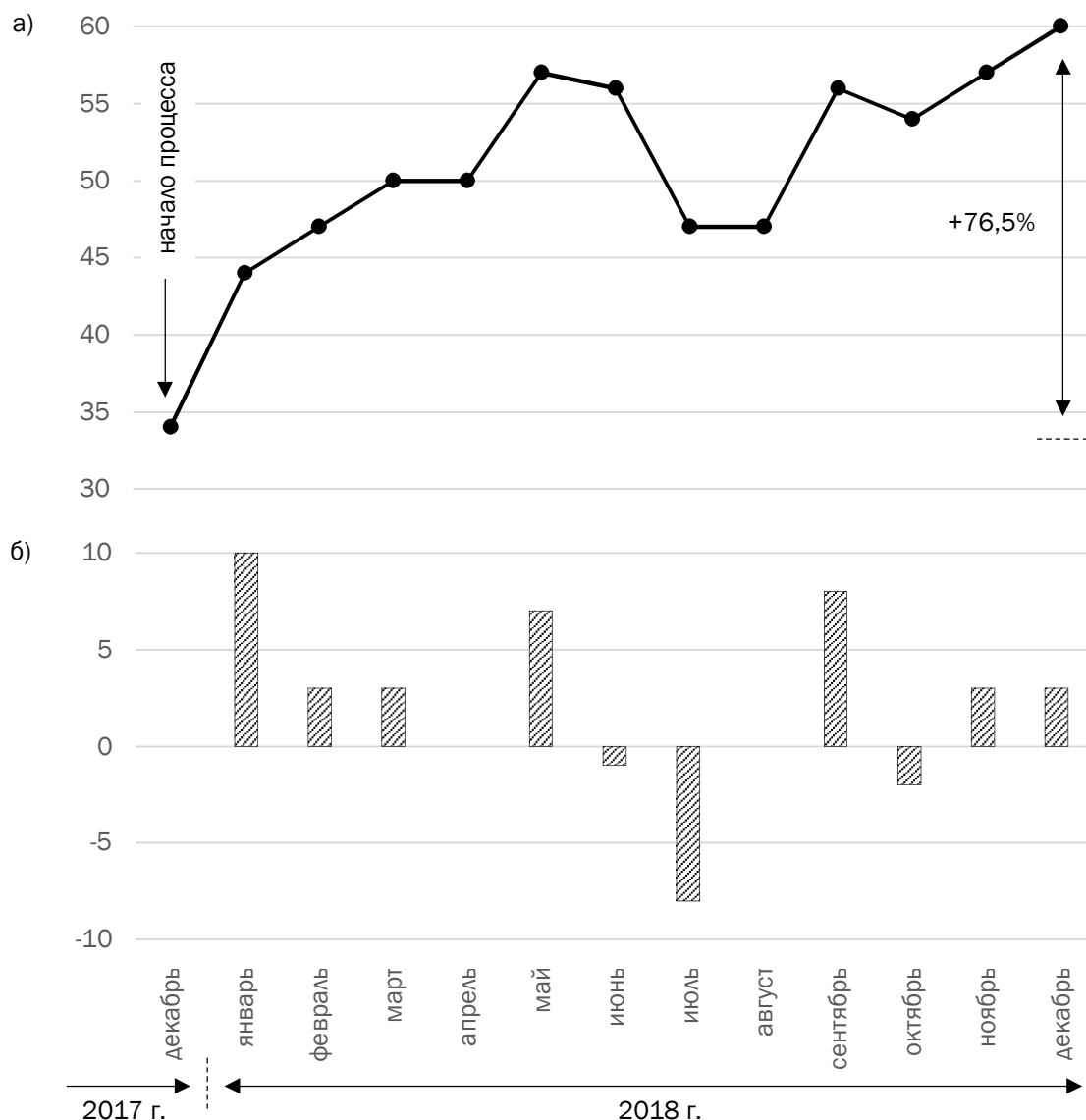


Рис. 2. Динамика изменений показателя выработки участка сборки в результате внедрения концепции бережливого производства, штук на человека в смену:
 а) выработка участка сборки; б) прирост выработки участка сборки за месяц

Причем наибольший прирост выработки произошел в первый месяц. Так, с декабря 2017 г. по январь 2018 г. прирост выработки составил 10 шт. на человека в смену. В последующие месяцы прирост был не таким значительным и составлял порядка 3 шт. на человека в смену. Далее, в сезон весенних праздников, показатели выработки практически не менялись. Аналогичная картина наблюдалась и в сезон летних отпусков. В этот период прирост выработки не наблюдался. Более того, в отдельные месяцы был отмечен спад. Однако по окончании сезона отпусков и возвращении предприятия к нормальному режиму работы

ежемесячный прирост выработки восстановился. В пересчете на среднегодовые показатели ежемесячный прирост выработки в период с декабря 2017 г. по декабрь 2018 г. составил 2 шт. на человека в смену. Также важно отметить, что анализ данных рис. 2 указывает на то, что по результатам первого года внедрения технологии БП в АО «Сорбент» показатели выработки не вышли на значение насыщения и продолжили увеличиваться даже по истечении наблюдательного периода, предусмотренного данным исследованием.

Положительная динамика наблюдалась и для показателя НЗП. На момент начала про-

цесса преобразований показатель НЗП был на уровне 2200 ед. Однако начиная с марта 2018 г. показатель НЗП начал уменьшаться в среднем на 200 ед. в месяц и к концу 2018 г. составлял не более 800 ед. Таким образом, с декабря 2017 г. по декабрь 2018 г. сокращение единиц НЗП составило 2,75–3 раза.

Обсуждение

Своевременный обмен информацией имеет важное значение для современного производственного процесса. Поэтому еще одной мерой, направленной на повышение эффективности производства, было внедрение технологии визуализации производственного процесса и создание необходимых для этого информационных центров. В контексте концепции бережливого производства информационные центры реализуют визуализацию всех явлений, которые по ключевым параметрам отличаются от эталонного значения, выявляют связанные с этим проблемы и оценивают перспективы их устранения. Важной особенностью информационных центров является высокая концентрация внимания на поиске и устранении потерь в кратчайшие сроки, что обеспечивается за счет эффективного взаимодействия всех участников производственного процесса в едином информационном пространстве. Данная мера позволила создать эффективные каналы контроля и менеджмента как производственных, так и управленческих процессов, а также обеспечила быструю коммуникацию между сотрудниками рабочих групп.

В рамках внедрения технологии визуализации были также реализованы мероприятия по внедрению цифровых технологий контроля качества производства. Так, были созданы цифровые паспорта оборудования и создана база данных, содержащая статистические данные по видам отказов, времени простоев, время реагирования и т.д. Ожидается, что накопленная информация будет в дальнейшем способствовать оптимизации производственных процессов и выработке алгоритмов управления производством в критических ситуациях. В настоящий момент на предприятии также ведется работа по замене бумажных носителей (журналов) на цифровые. Для этого на рабочих местах устанавливаются персональ-

ные компьютеры или, в местах, где это затруднено, применяются переносимые электронные устройства (планшеты и смартфоны). Аналогичным образом, процесс выдачи сменных заданий также переведен на цифровые носители информации. Данные меры позволили улучшить общую организацию работы коллектива смены, а также усовершенствовать методы контроля за достижением требуемых производственных показателей, соблюдением техники безопасности и противопожарных мероприятий на рабочих местах.

Отдельно отметим, что на определенных производственных участках проводится экспериментальная работа по внедрению инновационных методов расчета заработной платы работников, направленных на стимулирование повышения производительности смены. При этом часть заработной платы на данных участках (не менее 50% от общего объема начислений) является гарантированной выплатой, не зависящей от показателей производства. Вторая часть заработной платы представлена двумя составляющими: 1) премией, начисляемой по результатам выполнения плана цеха (порядка 15%), и 2) надбавкой, зависящей от показателя выработки (порядка 35%). Общее количество участников эксперимента – 60 человек. На основе данных, полученных в ходе эксперимента, установлено, что работники участков – участники программы комбинированной схемы начисления заработной платы охотнее берутся за выполнение заданий, которые по каким-либо причинам не регламентированы или отличаются от нормы выработки. Также установлено, что процент брака на данных участках ниже, чем средние показатели на аналогичных участках с традиционной схемой начисления заработной платы.

Важно отметить, что указанные выше изменения производственных показателей АО «Сорбент» достигнуты по результатам внедрения лишь некоторых элементов предложенной в данной статье модели инновационного преобразования предприятий. Так, в силу временных ограничений, налагаемых на данное исследование, нами не были внедрены в полном объеме процессы по наращиванию инновационного потенциала предприятия, связанные с подбором и обучением персонала, оборудова-

нием научно-конструкторских бюро, глубокой модернизацией промышленного оборудования и др. Кроме того, переход АО «Сорбент» на особый режим работы в 2020 г. из-за распространения в России коронавирусной инфекции COVID-19 сделал невозможным реализацию ряда запланированных ранее мероприятий в рамках реализации программы бережливого производства. Однако были запущены процессы, которые, как ожидается, приведут к заметному увеличению инновационного потенциала АО «Сорбент» уже в краткосрочной перспективе. В первую очередь здесь следует отметить работу по повышению мотивации сотрудников в улучшении производственных процессов на предприятии. На производственных участках была создана система, способствующая вовлечению специалистов в процесс поиска и устранения потерь производства. Также особое внимание уделено вопросам повышения безопасности производственных линий. Помимо работы с персоналом, была начата работа по доработке и модернизации оборудования, задействованного на производственных линиях. В тех случаях, когда модернизация невозможна или нецелесообразна из-за чрезмерного износа, ведутся закупки нового оборудования. Ожидается, что внедрение всей полноты мероприятий по наращиванию инновационного потенциала предприятия, предусмотренных моделью, в долгосрочной перспективе приведет к еще большему повышению экономической эффективности производства. Оценка влияния внесенных изменений на производственные показатели АО «Сорбент» будет произведена после выхода предприятия на нормальный режим работы после окончания эпидемии коронавируса и будет опубликована в отдельном исследовании.

Заключение

Таким образом, в данной работе произведено моделирование процесса внедрения инновационных преобразований на российском предприятии с полным производственным циклом и высоким научно-техническим потенциалом. Предложена система мероприятий для повышения эффективности производст-

венного процесса за счет: управления изменениями, проектами и инновациями, повышения инновационного потенциала, улучшения внутренних коммуникаций посредством внедрения цифровых технологий, повышения эффективности производственного процесса за счет совершенствования производственной системы. На примере АО «Сорбент» показана высокая эффективность предложенной модели. Установлено, что проведение инновационных преобразований в производственный процесс на предприятии привело к 75%-ному улучшению показателя времени протекания процесса изготовления продукта, а также выработки в пересчете на одного работника за смену. При этом доля незавершенного производства сократилась в 3 раза.

¹ Шумпетер Й. Теория экономического развития. Москва : Эксмо, 2007. 864 с.

² Boutellier R., Gassmann O., von Zedtwitz M. Managing Global Innovation: Uncovering the Secrets of Future Competitiveness. 3rd Revised ed. Springer, 2008. 626 p.

³ Управление исследованиями и разработками в российских компаниях : нац. докл. Москва : ГУ-ВШЭ, 2011. 84 с.

⁴ Там же.

⁵ Наука. Инновации. Информационное общество : краткий стат. сб. Москва : ГУ-ВШЭ, 2009.

⁶ Наука России в цифрах. Москва : ЦИИИ, 2010.

⁷ Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. 1994. Vol. 11, № 1. Pp. 7–31.

⁸ Там же.

⁹ Там же.

¹⁰ Инновационный менеджмент. Руководство по управлению инновациями. ГОСТ 57313-2016. Москва : Стандартинформ. 2016. 39 с.

¹¹ British Standard. Design management systems – Part 1: Guide to managing innovation ICS 03.100.01, 2008.

¹² Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (5th ed.). Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2013.

¹³ Popov V., Ostapenko G. Management Mechanism for Implementation of Quick Response Manufacturing Concept the Enterprise // Proceedings of the 4th International Conference, Prague, University of Economics in Prague, 2016.

Поступила в редакцию 06.04.2021 г.

**INNOVATIONS IN ENTERPRISES:
INTRODUCTION OF THE CONCEPT OF LEAN PRODUCTION
AT A HIGH-TECH ENTERPRISE WITH A FULL PRODUCTION CYCLE
ON THE EXAMPLE OF JSC "SORBENT"**

© 2021 V.S. Patrushev, V.L. Popov*

The article considers the process of implementing an innovative production model at an industrial enterprise with a full production cycle. The key features of the existing models of innovation implementation in the production process are identified, their advantages and disadvantages are evaluated. Using the example of JSC "Sorbent", the process of introducing innovations in real production conditions is studied, and the impact of the innovation process on the overall economic efficiency of the enterprise is assessed. Based on the obtained data, a general model of innovative transformations at a high-tech industrial enterprise with a full production cycle is proposed. The main elements of the proposed three-dimensional model include the basic processes of changes, projects and innovations management. Additionally, the model includes the processes of increasing innovation potential, improving internal and external communications through the introduction of digital technologies, increasing the efficiency of production process by improving the production system.

Keywords: industrial enterprise, development management model, changes, projects, innovations, practical application.

Highlights:

- ◆ the analysis of existing models of innovation implementation in the production process is carried out;
- ◆ the process of introducing innovations in the conditions of real production is studied;
- ◆ the assessment of the impact of the innovation process on the overall economic efficiency of the enterprise is carried out;
- ◆ a general model of innovative transformations at a high-tech industrial enterprise with a full production cycle is suggested.

Received for publication on 06.04.2021

* Vladimir S. Patrushev, Joint-stock Company "Sorbent". E-mail: patrushev94@yandex.ru; Viktor L. Popov, Doctor of Economics, Perm National Research Polytechnic University. E-mail: pku06@mail.ru.