

Bulgaria there is a lack of confidence in the use of statistical methods for control and management of the level of production quality.

### **Conclusions:**

**First**, product development, in particular, agricultural machinery and quality management system certification, does not take into account that achieving a high level of quality does not mean a high level of reliability over time.

**Secondly**, the problems of reliability in our country are not discussed and are not studied in HEIs thoroughly enough. In a HEI where reliability is taught, they are separated for several hours, at the end of the curriculum, in different disciplines, and usually there is no time to study them. The International Standardization Organization introduces ISO 31000 standards that address the risk of design, construction, production, operation, and process risk, workplace risk, food risk and planet health. The entire set of standards is based on probability theory, mathematical statistics and reliability theory.

**Thirdly**, we need to change our way of thinking and acting. We have to get used to the idea that there is no mass production where everything is done on demand, where three kits dominate: time, money and repeatability. We need a marketing approach and innovative solutions to push the user to products and services with high quality and reliability.

### **List of literature**

1. Тасев Г. Механизация на земеделското производство.-С.,2014.
2. Георгиева К. Съвременни механизирани технологии в земеделието.- Ямбол, 2015.
3. Юрасова М.В. Современные подходы к управлению качеством [Текст] / М.В. Юрасова // ВМУ. -2011.-№1. -С.112.
3. ISI 9001:2015 Системи за управление на качеството. Изисквания.

**УДК 33: 504**

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**И.В. Мальцевич, аспирант**

*ГНУ «Институт экономики НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Л. Г. Основина, канд. техн. наук, доцент**

*Учреждение образования «Белорусский аграрный технический  
университет»,*

*г. Минск, Республика Беларусь*  
**Н.В. Мальцевич, канд. экон. наук, доцент**  
*ГУО «Институт бизнеса БГУ»,*  
*г. Минск, Республика Беларусь*

### **Аннотация**

В статье рассматриваются вопросы использования инновационных материалов и технологий в строительстве, виды и направления инноваций. Приведено одно из быстроразвивающихся направлений в области технологий послойного наращивания объекта (строительная 3D-печать при помощи принтера) и примеры их применения в разных странах.

*Ключевые слова:* инновации, строительство, строительные материалы, технология 3D-печати, использование.

### **V. Maltsevich, PhD student**

*Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

### **L. G. Osnovina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**

*Educational Institution "Belarusian Agrarian Technical University",  
Minsk, Republic of Belarus*

### **N.V. Maltsevich, Candidate in Economics. Sciences, Associate Professor**

*GUO "Institute of Business BSU",  
Minsk, Republic of Belarus*

## **INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND THEIR USE**

### **Annotation**

The article deals with the use of innovative materials and technologies in construction, types and directions of innovation. One of the rapidly developing trends in the field of layer-by-layer building-up technologies (construction 3D printing using a printer) and examples of their application in different countries are given.

*Keywords:* innovation, construction, building materials, 3D printing technology, use.

Инновационные технологии позволяют вывести экономику строительства на более высокий уровень (упростить и ускорить строительный процесс, снизить его себестоимость, увеличить жизненный цикл здания (сооружения), обеспечить энергосбережение и др.). Важную роль во внедрении инноваций играет снижение затрат на строительство и экологическая безопасность, поскольку эти параметры отличают новые технологии от существующих.

Инновация (ит. *innovazione* – новшество, нововведение) – вложение средств в новую технику, технологию, новые формы организации труда и

управления, охватывающие не только отдельные предприятия, но и отрасль [1, с. 176]. Основные виды инноваций приведены на рисунке 1.

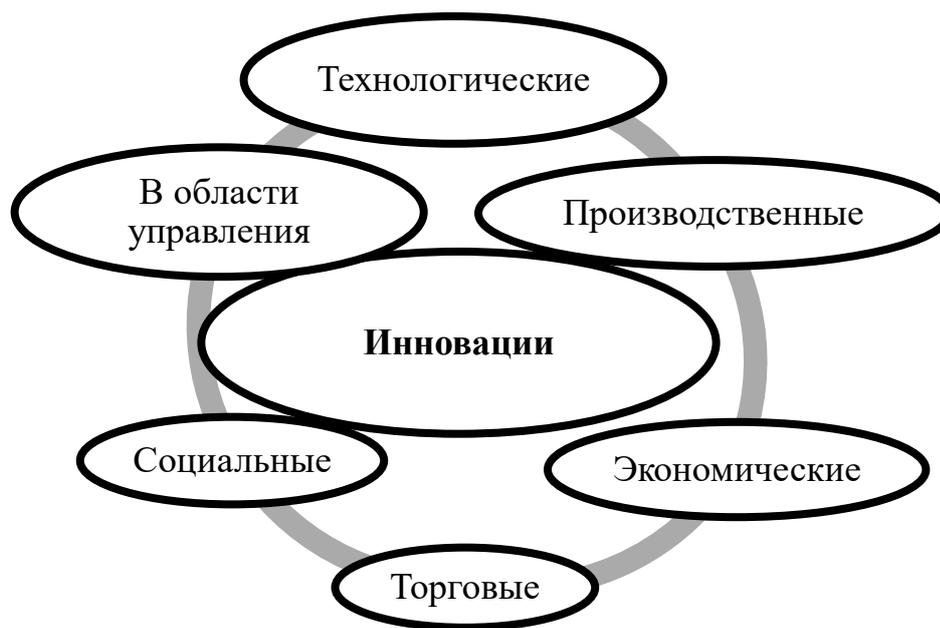


Рисунок 1- Основные виды инноваций

Виды инноваций имеют направления: технологические (создание и освоение в производстве новой продукции, технологии, модернизацию оборудования, реконструкцию зданий, реализацию мероприятий по охране окружающей среды); производственные (расширение производственных мощностей, диверсификацию производственной деятельности); экономические (изменение методов планирования производственной деятельности); торговые (целевые изменения сбытовой деятельности); социальные (улучшение условий труда, социального обеспечения работников); в области управления (улучшение организационной структуры, методов принятия решений) [2].

Основные цели инновационной деятельности: снижение материальных затрат, улучшение качества продукции, повышение гибкости производства, снижение загрязнения окружающей среды.

Значительная часть инноваций приходится на производство строительных материалов. На рынок стройматериалов в 2019- 2020 годы поступили уникальные продукты.

В Нидерландах разработан самовосстанавливающийся бетон. Есть цемент, который может восстанавливаться за счет молочнокислого кальция и некоторых бактерий, которые его перерабатывают, обращая в известняк, заполняющий трещины и не допускают их разрастания. Получается экономия времени на ремонт, увеличивается срок службы здания.

Разработаны кварцвиниловые полы устойчивые к огню и воде, имеющие в составе кварцевый песок. За счёт добавления пластификаторов плитка обретает гибкость.

Дерево давно считается мировым стройматериалом. В России появился элемент (ДПБ — деревянный полый блок), позволяющий экономить на

стройматериале и сохранять массовую вырубку леса. Внутри здания благодаря использованию ДПБ появляется вакуумная прослойка. Это делает материал первоклассным в вопросах сохранения тепла. Усадка минимальна, что делает элемент ещё привлекательнее.

Немецкие специалисты создали инновационный материал (жидкое дерево) из полимеров и измельчённой древесины. Полимеры могут быть органическими или синтетическими, также добавляются разные модификаторы. Дерево находится в качестве древесной муки и составляет до 70 % основной массы композита. В составе композита может быть и не древесина, в материал могут добавить солому, рисовую шелуху, пеньку. Термопластический полимер соединяет между собой все компоненты. Таким полимером становится полипропилен, иногда поливинилхлорид. Из органических модификаторов пользуются казеином, зерновым крахмалом и отходами бумажного производства. Включение таких компонентов органического происхождения позволяет снизить цену продукции. Если в состав включают антимикробные компоненты, стабилизаторы температуры или вещества, позволяющие сделать материал противоударным, цена увеличивается, как и качество.

Время заставляет двигаться производство, облегчая работу при строительстве и ремонте и экологическую безопасность [3].

Новые современные технологии строительства должны быть бюджетными, чтобы построить жилье большему количеству людей. Строительство домов может быть недорогим и достаточно простым. Используя новейшие технологии, построить качественное жилье не трудно.

Одним из самых быстроразвивающихся направлений в области технологий послойного наращивания объекта (аддитивных технологий) является строительная 3D-печать при помощи принтера. Разработкой таких принтеров занимаются инженеры всего мира и уже есть примеры сооружений, возведенных с помощью аддитивных технологий.

Появление на рынке новых устройств повлияло на технологическое развитие. Оборудование для 3D-печати успешно применяется в процессе возведения зданий. В индустрии 3D-печати фотополимеризация, лазерное спекание, электронно-лучевая плавка не смогли доказать эффективность в строительстве. В 2014 году частные компании США и Китая начали работу над созданием оборудования, объединяющего преимущества экструзии и метода многоструйного моделирования (появились 3D-принтеры для печати бетоном). Первые образцы использовались для создания малогабаритных архитектурных форм. Современная техника строит жилые дома. Построить жилой дом с межкомнатными перегородками, дверными и оконными проемами, разводкой под прокладку инженерных коммуникаций можно за 24 часа.

Производители предлагают мобильные или стационарные устройства для печати строительных элементов. Они могут напоминать кран на гусеничном ходу, брандспойт с сервоприводами, систему балок и шарниров. Определяющими параметрами является высота и траектория укладки строительного материала. Передовые модели комплектуются дополнительной

стрелой для обеспечения ускоренной подачи материала и электроподъемниками, чтобы печатать на готовом фундаменте. Толщина нанесения печатной смеси, конфигурация здания, создание многокамерных стен, автоматическое смешивание ингредиентов и подача в экструдер – все детали печати вносятся с помощью специального ПО, а подготовка занимает не дольше 30 минут.

В зависимости от параметров возводимого здания выбирается тип 3D-принтера: размер принтера, сопла (для подачи строительной смеси), вместимость бетономешалки.

Дома по данной технологии построены в Шанхае с использованием принтера WinSun (длиной 150 м и шириной 10 м). Такой принтер способен за несколько дней напечатать здание высотой 6 метров.

Получение готовых стройблоков (стены, плиты) или других элементов прямо на стройке снижает себестоимость производства, затраты на логистику, персонал. Благодаря экструзионной технологии в 3D-моделировании стало возможным создание элементов из — бетона, геополимера, цемента, гипса и глины других материалов.

Достоинства и недостатки развития трехмерной печати в строительстве приведены в таблице 1.

Таблица 1. Достоинства и недостатки трехмерной печати

Достоинства	Недостатки
Быстрое и точное строительство	Сокращение рабочих мест в строительной промышленности
Снижение затрат на рабочую силу	Использоваться ограниченного количества материалов (один и тот же принтер не может работать с разными «чернилами»)
Сокращение строительных отходов	Доставка крупногабаритного принтера на строительную площадку и его хранение.
Снижение производственных рисков	Ошибка в цифровой модели приводит к проблемам на этапе строительства
Экологическая безопасность	Компании-производители традиционных строительных материалов могут пострадать из-за не востребованности их товаров.

Напечатанные здания появляются в США, Саудовской Аравии, Италии, Франции, России и других. Этим занимаются такие компании, как: Китай: «Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co», «Zhuoda»; Россия: «Totalkustom», «Apis Cor»; Нидерланды: «Dus Architects», «CyBeConstruction», «MX3D»; США: «Icon», «Crane Wasp», «S-Squared 3D Printers», «Caterpillar»; Испания: «BeMore3D»; Дания: «Printhuset»; Италия: «Arup»; Франция: «Concr3De».

Опыт этих стран показал, что 3D-печать доказала состоятельность не только в малоэтажном, но и в многоэтажном строительстве. Кроме жилых домов,

создавались офисные здания, павильоны, мосты. 3D-принтер используется не только в строительстве, но и в реставрации.

Использование 3D - технологий свидетельствует о заинтересованности ученых всех стран в развитии данного метода. Технология 3D-печати зданий и сооружений является инновационной и перспективной.

Рынок все расставляет на свои места. Такие дома должны будут стать более привлекательными в плане соотношения цены и качества, а потому быстро займут на рынке свою нишу и заставят застройщиков конкурировать.

По прогнозам к 2024 году рынок бетонной 3D-печати в строительной отрасли вырастет до \$58 млн. Это стимулируется повышенным спросом такой печати в строительстве: высокая производительность и простота создания разнообразных по сложности конструкций [4].

Сложно выделить или очертить хотя бы примерные направления, которые могут иметь продолжение в будущем. Их много, и тесная взаимосвязь разных подходов при непосредственном строительстве не позволяет разграничить специализации технологий. Новейшие технологии в строительстве направлены на достижение конкретной задачи с учетом и развития смежных областей. Предсказать, каким будет строительство через 20-50 лет невозможно. Но в любом случае новые технологии в строительстве будут ориентированы на традиционный набор характеристик современного дома – энергоэффективность, комфорт и эргономичность, надежность и долговечность, безопасность и экономность. Под такие запросы и подводятся технологии разработки строительных смесей, блочных материалов, оборудования и другие [5].

### **Список литературы**

1. Экономика: Энциклопедический словарь / В. Г. Золотогоров. – 2-е изд., стереотип. – Мн.: Книжный Дом, 2004. – 720 с.

/- Дата доступа: 9. 04. 2021.

3. Новинки рынка стройматериалов 2019-2020 <https://buildup.ru/blog/novinki-rynka-stroymaterialov-2019-2020.html> - Дата доступа: 9. 04. 2021.

4. Новые технологии в строительстве 2021: [Электронный ресурс]: Режим доступа <https://www.planradar.com/ru/novye-tehnologii-v-stroitelstve> - Дата доступа: 10. 04. 2021.

5. Современные технологические решения в строительстве : [Электронный ресурс]: Режим доступа <https://idaten.ru/technology/sovremennye-tehnologicheskie-recheniya-v-stroitelstve> - Дата доступа: 19. 04. 2021.