

– вертикальная дезинтеграция на основе создания гибких горизонтальных сетевых структур с использованием партнерских взаимоотношений, формирование кооперации в области НИОКР, организация стратегических альянсов и консорциумов, которые направлены на распределение затрат и рисков, целевой рост интеллектуальных ресурсов, позволяющие повысить надежность результатов при коммерциализации нововведений;

– развитие институтов поддержки инновационной деятельности предприятий, которые являются катализаторами в создании инноваций и в последующей их коммерциализации;

– увеличение скорости инновационных процессов и расширение области их реализации посредством активного использования информационных технологий, что существенно расширило спектр объектов интеллектуальной собственности и способов коммерциализации нововведений.

Таким образом, эффективное функционирование технопарков во многом заключается в продвижении результатов инновационной деятельности на различные рынки и согласовании взаимодействия со смежными рынками. Формируемая в Республике Беларусь инфраструктура коммерциализации результатов инновационной деятельности создает необходимые социально-экономические, материально-технические и технологические предпосылки для качественной динамики экономики, а именно способствует повышению инновационной активности всех хозяйствующих субъектов страны; формирует платежеспособный спрос на инновационную продукцию, знания, технологии; развивает институты посредничества между производителями и потребителями инноваций; развивает образовательно-исследовательскую среду на основе интеграции университетов и научно-исследовательских институтов для обеспечения непрерывности создания инноваций и их адаптации к долгосрочным целям национальной экономики.

#### Литература и источники:

1. Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 г. Указ Президента Респ. Беларусь, 31 янв. 2017 г. № 31 // ГКНТ. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://www.gknt.gov.by/opencms/opencms/ru/innovation/inn2/>. — Дата доступа: 05.09.2017.
2. Грачев, С.А., Формирование инфраструктуры инновационной экономики в регионе / Грачев С.А., Доничев О.А. // Владимир: Транзит-ИКС. — 2013. — 178 с.
3. Коммерциализация результатов научно-технической деятельности: европейский опыт, возможные уроки для России / В.В. Иванов [и др.]; под ред. В.В. Иванова — М. : ЦИПРАН РАН, 2006. — 264 с.
4. Международная Ассоциация Научных Парков [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.iasp.ws>. — Дата доступа: 05.09.2017.
5. Мухопад, В.И. Коммерциализация интеллектуальной собственности / В.И. Мухопад. — М. : М. э. н., 2010. — 511 с.
6. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь Закон Респ. Беларусь, 10 июля 2012 г. № 425-З. // Нац. прав. Интернет-портал Респ. Беларусь [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://www.pravo.by/document/?gclid=3871&p0=h11200425>. — Дата доступа: 05.09.2017.
7. Технопарки стран мира: организация деятельности и сравнение / В.А. Баранова [и др.]: под ред. В.А. Барановой. — М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012. — 182 с.
8. Трибушная, В.Х. Инновационная инфраструктура как необходимость поддержки наукоёмкого предпринимательства: технопарки и стратегическое управление: Монография. — Ижевск, 2011. — 240 с.
9. Центр коммерциализации технологий — организационное развитие: как создать, управлять, организовать мониторинг и оценку деятельности / О. Лукша [и др.]; под ред. П. Линдхольма. — Проект EuropeAid «Наука и коммерциализация технологий», 2006. — 126 с.

**Мороз В.В.**, ст. преподаватель

УО «Брестский государственный технический университет».

г. Брест, Республика Беларусь

*vovavall@mail.ru*

**Урецкий Е.А.**,

Белорусская инженерная технологическая академия (БИТА)

г. Минск, Республика Беларусь

*urecky@yandex.ru*

**Гуринович А.Д.**, д. т. н., профессор

УО «Белорусский национальный технический университет».

г. Минск, Республика Беларусь

*gurinowitsch@tut.by*

## ИННОВАЦИОННАЯ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО, ПОКРАСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВ И ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

В Республике Беларусь большое количество предприятий приборо- и машиностроения имеют производства лакокрасочных и гальванических защитных покрытий, а также производства печатных плат. В производствах защитных покрытий стадии подготовки поверхности деталей перед покрытием (обезжиривание, травление, пассивация) идентичны и отличаются лишь завершающими операциями — покрытие поверхности изделий лакокрасочными материалами (далее ЛКМ) или гальваническое покрытие. В значительной степени аналогичные процессы имеются и на производствах печатных плат.

Сточные воды, сбрасываемые лакокрасочными производствами, характеризуются сложным и переменным составом, высокотоксичными соединениями, преимущественным содержанием растворенных веществ. Данные производства создают проблемы при очистке производственных сточных вод из-за наличия в смеси гальванических и лакокрасочных материалов тяжелых металлов (далее ТМ). Они поступают в сточные воды при подготовке под окраску поверхности изделий, а также при

сбросе загрязненных сточных вод из гидрофильтров лакокрасочных камер. В воду гидрофильтров ТМ поступают в результате растворения ЛКМ в водяной завесе при пневматическом нанесении лакокрасочных материалов на поверхность изделия.

Концентрация растворённых ЛКМ в сточных водах ванн гидрофильтров значительно превышает допустимые концентрации (ДК) установленные для сброса сточных вод в городскую канализацию. Имеет место и превышения ДК по ТМ.

Результаты обследований многочисленных предприятий приборо- и машиностроения Беларуси и СНГ, проведенных Белорусским государственным проектным институтом (БелГПИ) и Московским государственным проектным институтом (МГПИ), показывают, что из-за отсутствия достаточно эффективных и не дорогих технических решений по очистке этих сточных вод, они сбрасываются в городскую систему водоотведения.

В этой связи, существует необходимость создания малозатратной и эффективной ресурсосберегающей технологии очистки сточных вод, содержащих ЛКМ, которая позволила бы повторно использовать очищенную воду в производственном цикле предприятия, снизить затраты предприятий на ее очистку и негативное воздействие на окружающую среду, уменьшить нагрузку на городские очистные сооружения, что является весьма актуальным в рамках действующих государственных программ, утвержденных Президентом и Советом Министров Республики Беларусь.

Для разработки технологии совместной очистки сточных вод гальванического, покрасочного и производств печатных плат в рамках традиционных очистных сооружений сточных вод гальванического производства были проведены соответствующие исследования:

1. Системный анализ качественного и количественного состава образующихся сточных вод определил оптимальный характер формирования основных потоков в местах их образования, обеспечивающий эффективную очистку сточных вод загрязнённых ЛКМ совместно со сточными водами гальванического производства:

- сточные воды, загрязнённые ЛКМ, из ванн гидрофильтров лакокрасочных камер;
- промывные сточные воды, содержащие хром;
- кислотнo-щелочные промывные сточные воды;
- кислые ОТР после операций травления и активации железных изделий, содержащие железо  $Fe^{2+}$  а также медь  $Cu^{+}$ ;
- кислые ОТР, не содержащие железо  $Fe^{2+}$  ( $HNO_3$ ,  $H_2PO_4$ , и др.);
- щелочные ОТР.

2. Установлено, что предварительное барботирование сточных вод, загрязнённых ЛКМ, сжатым воздухом интенсивностью 3–5  $dm^3/(c \cdot m^2)$  более 20 минут позволяет снизить ХПК до 20 %.

3. Экспериментально подтверждено, что объединение сточных вод содержащих хром и ЛКМ, при их последующей совместной обработке в реакторе-восстановителе хрома (VI) до хрома (III) при  $pH=2,5-3,0$ , в присутствии в реакционной смеси традиционного катализатора — хрома, позволяет провести процесс деструкции ЛКМ и снижение ХПК еще на 20 %. При этом для восстановления хрома (VI) и поддержания величины  $pH=2,5-3,0$ , используются кислые ОТР, содержащие железо (II), что позволяет заменить приобретаемые реагенты ( $NaHSO_3$ ,  $H_2SO_4$  и др.), повысить коагулирующую способность и сорбционную ёмкость оксигидратного коллектора, образующегося при нейтрализации всех видов сточных вод в реакторе-нейтрализаторе.

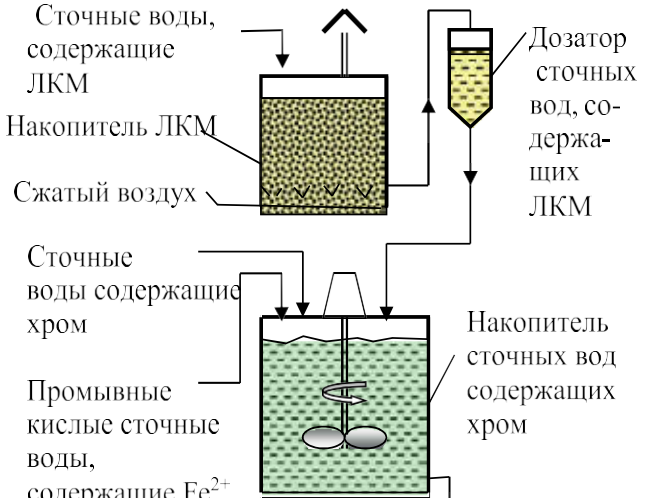
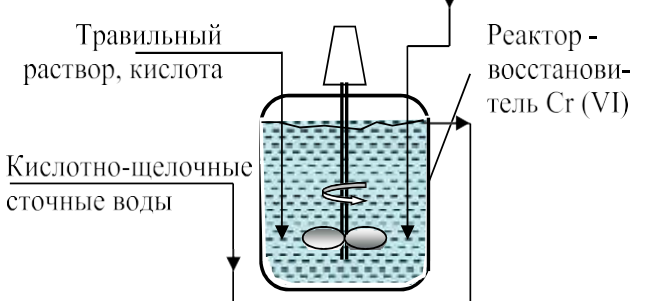
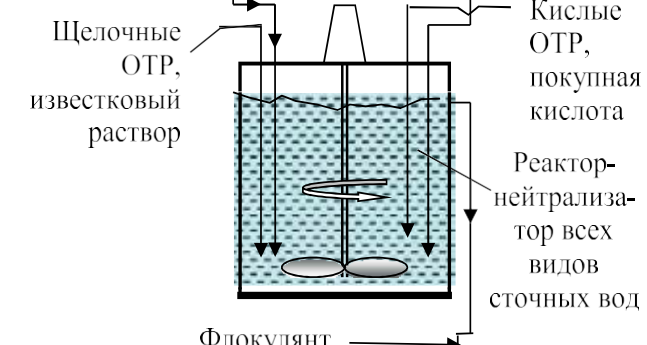
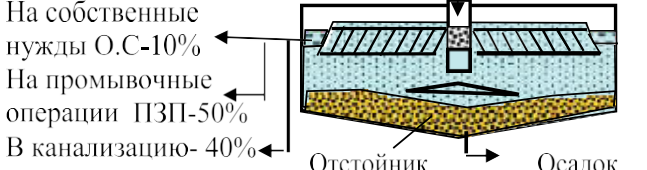
4. На основании результатов экспериментальных исследований определены условия кинетики процессов сорбции и агрегирования органических загрязнений на оксигидратных коллекторах. Установлено и в производственных условиях подтверждено, что при сорбции ЛКМ на оксигидратном коллекторе с концентрацией более 110  $mg/dm^3$  в процессе нейтрализации общего потока сточных вод в течение 7–10 минут при  $pH=8,0-8,5$  снижается ХПК до 620  $mg O_2/dm^3$ , а после осветления до ХПК = 30–40  $mg O_2/dm^3$ .

5. Экспериментальными исследованиями гидродинамической обстановки в промышленных аппаратах с механической мешалкой установлено, что при их использовании в диапазоне оборотов 170–300  $min^{-1}$ , величине  $pH=7,8-9,3$  и составе сточных вод, оптимальный временной интервал обработки составит 7–10 минут. Это позволяет совместить стадии смешивания и реакции в одном объёме и уменьшить объём ёмкостной аппаратуры более чем в три раза при снижении энергопотребления не менее чем в 3 раза.

6. Разработана и внедрена ресурсосберегающая технология совместной очистки сточных вод лакокрасочных и гальванических производств приборо- и машиностроения от ЛКМ на действующих реагентных очистных сооружений гальванического производства.

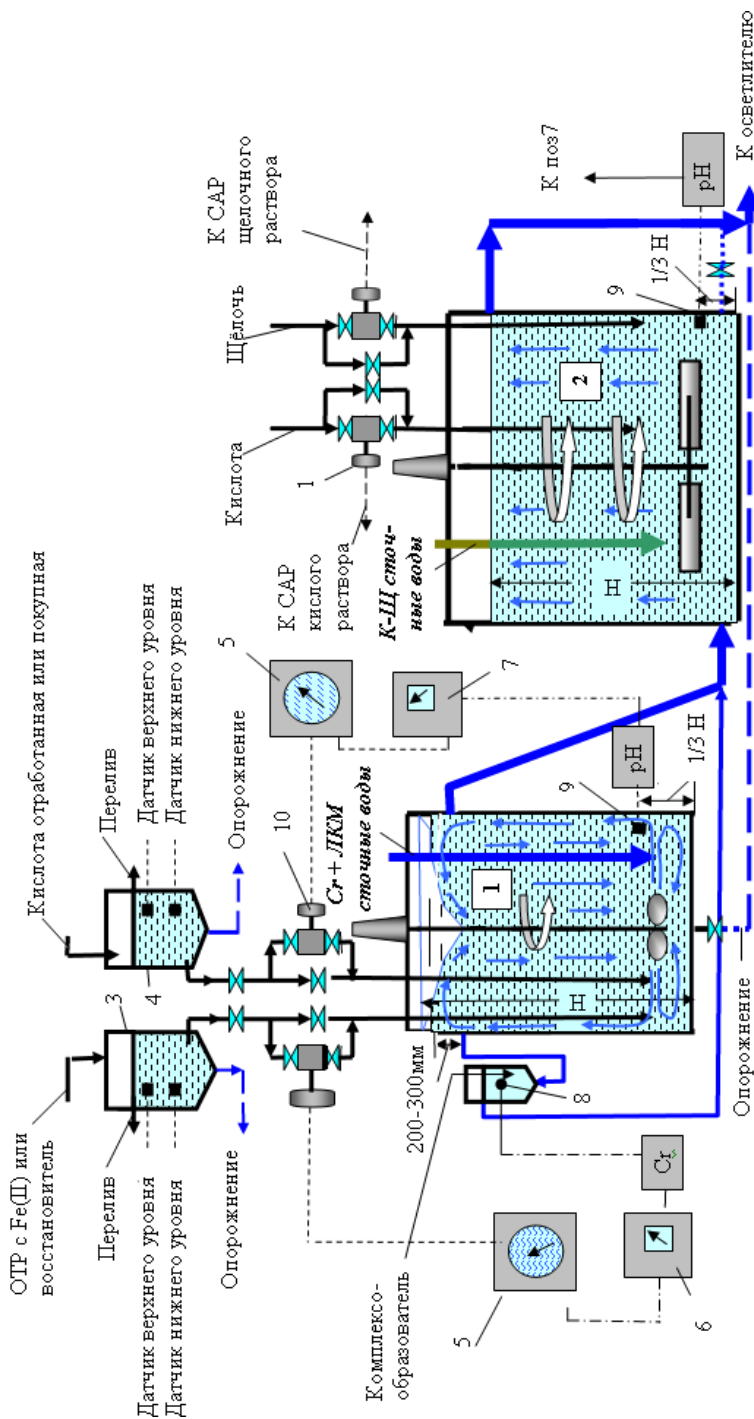
Блок-схема технологии приведена на рисунке 1, а усовершенствованный реакторный узел обработки хромсодержащих, ЛКМ содержащих и кислотнo-щелочных сточных вод с элементами оптимизированных САР на базовом предприятии (ОАО «БЭМЗ») (Патент на изобретение № 12453) на рисунке 2.

Технология включает в себя оптимальное формирование потоков сточных вод у мест образования, использование сжатого воздуха и потока сточных вод, содержащих хром для деструкции ЛКМ, использование сорбционных свойств оксигидратных коллекторов для сорбции ЛКМ, замену приобретаемых реагентов не утилизируемыми в основном производстве ОТР, применение высокопроизводительных автоматизированных реакторных узлов с повышенной селективностью чувствительных элементов.

Характеристика и относительный объём сточных вод. Схема, потоки, реагенты	Стадии процесса	Время обработки, мин.
<p>Сточные воды, содержащие ЛКМ</p> <p>Накопитель ЛКМ</p> <p>Сжатый воздух</p> <p>Дозатор сточных вод, содержащих ЛКМ</p> <p>Сточные воды, содержащие хром</p> <p>Промывные кислые сточные воды, содержащие <math>Fe^{2+}</math></p> <p>Накопитель сточных вод, содержащих хром</p> 	<p>Накопление сточных вод с ЛКМ</p> <p>Подмешивание сточных вод с ЛКМ в хромосодержащие сточные воды</p>	<p>Продувка стоков сж. воздухом не менее 20 минут</p> <p>Усреднение, не менее 10 минут</p>
<p>Травильный раствор, кислота</p> <p>Кислотно-щелочные сточные воды</p> <p>Реактор-восстановитель Cr (VI)</p> 	<p>Восстановление <math>Cr^{6+}</math> в объединённом потоке с ЛКМ <math>pH=2,5-3,0</math></p>	<p><math>t=7-10</math> минут</p>
<p>Щелочные ОТР, известковый раствор</p> <p>Кислые ОТР, покупная кислота</p> <p>Реактор-нейтрализатор всех видов сточных вод</p> <p>Флокулянт</p> 	<p>Нейтрализация всех видов сточных вод <math>pH=8-8,5</math></p>	<p><math>t=7-10</math> минут</p>
<p>На собственные нужды О.С.-10%</p> <p>На промывочные операции ПЗП-50%</p> <p>В канализацию- 40%</p> <p>Отстойник</p> <p>Осадок</p> 	<p>Осветление</p>	<p>Интервал времени, в зависимости от типа осветлителя</p>

**Рисунок 1.** Блок-схема «попутного» обезвреживания сточных вод, загрязнённых ЛКМ, в рамках очистных сооружений обработки сточных вод гальванического производства реагентного типа на примере БЭМЗ

Применение оптимизированных вертикальных отстойников, при освещении, оборудованных встроенной камерой хлопьеобразования и полочными модулями обеспечивает эффективность задержания взвешенных веществ не менее 90 %, а узел механического и сорбционного фильтрования, позволяет вернуть более 50 % очищенных сточных вод на повторное использование.



1 – реактор-смеситель хром- и ЛКМ содержащих сточных вод  $V=1,0 \text{ м}^3$ ; 2 – реактор-выеснитель нейтрализации всех видов сточных вод  $\sim 2,0 \text{ м}^3$ ; 3 – дозатор ОТР, содержащих железо (II), или резервный товарный восстановитель; 4 – дозатор кислот ОТР или резервный покупной; 5 – потенциометр КСП –3п; 6 – вторичный прибор Сг-метра; 7 – вторичный прибор рН-метра П-205; 8 – первичный датчик хром-метра ЭЗ-01; 9 – первичный датчик рН-метра ДГП –4м; 10 – мембранный исполнительный механизм с пневмозадвижкой

**Рисунок 2.** Усовершенствованный реакторный узел обработки хромсодержащих, ЛКМ-содержащих и кислотно-щелочных сточных вод с элементами оптимизированных САР на базовом предприятии (БЭМЗ) (Патент на изобретение № 12453)

7. На основании теоретических, лабораторных и производственных исследований разработаны указания для проектирования сооружений ресурсосберегающей технологии совместной очистки сточных вод лакокрасочных и гальванических производств приборо- и машиностроения от ЛКМ в рамках реагентных очистных сооружений гальванического производства.

8. Предложена технология комплексной утилизации образующегося осадка в строительной индустрии. Полученная продукция (рядовой и многослойный кирпич керамзит, керамическая плитка и пр.) проверена на экологическую безопасность и рекомендована к использованию Белорусским научно-исследовательским санитарно-гигиеническим институтом.

### Выводы

1. Разработанная технология очистки сточных вод содержащих лакокрасочные материалы, совместно со сточными водами гальванического производства может применяться организациями и предприятиями, осуществляющими покраску и производство гальванопокрытий, а также организациями машиностроительного комплекса Республики Беларусь.

2. Разработанная технология очистки сточных вод содержащих ЛКМ, совместно со сточными водами гальванического производства внедрена:

- на ОАО «Брестский электромеханический завод»;

- на ОАО «Брестский электротехнический завод»;
- в учебный процесс на кафедре водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Учреждения образования «Брестский государственный технический университет»;

### 3. Она использована:

- научно-производственным экологическом ОДО «САФАРИ», на «Кировском заводе» (г. Санкт-Петербург), на заводе «Могилёвтрансмаш», Лидском электротехническом заводе;
- при подготовке справочного пособия «Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения» авторы Гогина Е.С., Гуринович А.Д., Урецкий Е.А. издательство Ассоциации строительных ВУЗов, Москва, 2012. Справочное пособие предназначено для студентов, м. э. н.ов и аспирантов высших учебных заведений, а также специалистов в области охраны окружающей среды, очистки природных и сточных вод и для работников научно-исследовательских и проектно-технологических организаций и промышленных предприятий.

Технология на русском и английском языках была размещена в сети Республиканского центра трансфера технологий при содействии Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, Программы Развития ООН (ПРООН) и Организации Объединённых Наций UNIDO.

4. Экономический эффект от внедрения технология очистки сточных вод, содержащих ЛКМ, совместно со сточными водами гальванического производства только на ОАО «БРТЗ» составил 25 000 \$ в год.

### Литература и источники:

1. Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий: Монография / Е.А. Урецкий; под ред. С.Е. Березина. — Брест: БрГТУ, 2008. — 320 с.
2. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения : справочное пособие / Е. С. Гогина, А. Д. Гуринович, Е. А. Урецкий. — Москва : издательство ассоциации строительных вузов. —2012.

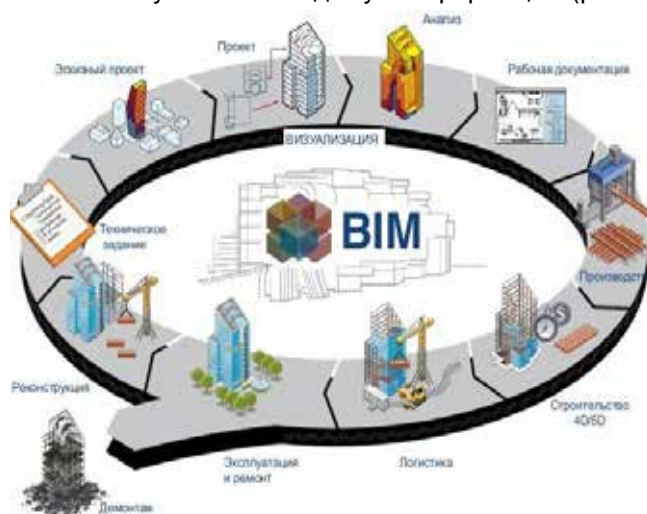
**Носко Н.В.**, доцент, **Дашкевич Т.В.**, м. э. н., старший преподаватель  
УО «Брестский государственный технический университет».  
г. Брест, Республика Беларусь  
*xana1998@mail.ru, consuelo82@mail.ru*

## ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ — ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Развитие информационных технологий вызвало радикальные перемены в проектировании объектов, связанные с появлением информационного моделирования зданий или сокращенно BIM (от принятого в английском языке термина Building Information Modeling). Зарубежный опыт применения BIM-технологий в строительном производстве демонстрирует повышение уровня эффективности деятельности предприятий.

Инструментами реализации BIM-технологий являются компьютерные программы, которые определяют современный уровень развития информационного моделирования зданий. Без развития и совершенствования компьютерных программ не будет будущего и у BIM-технологий. В этой связи под компьютерной программой понимается представленная в объективной форме упорядоченная совокупность команд и данных, предназначенных для использования на компьютере и в иных системах и устройствах в целях обработки, передачи и хранения информации, производства вычислений, получения аудиовизуальных изображений и других результатов [1].

На практике **BIM-технология** — это строительно-информационное моделирование, технология, позволяющая создавать модель сооружения и из нее получать необходимую информацию (рис. 1).



**Рисунок 1.** Механизм функционирования BIM-технологий [2]