

Таблица 1 – Результаты определения параметров структуры

$S, \text{ мкм}^2$	N_c	$n, \text{ мкм}^{-2}$	N_i	$(\frac{1}{d_i}) \text{ мкм}^{-1}$	$N_0, \text{ мкм}^{-3}$
168	207	1,2	97	5,0	0,29
			54	2,5	
			43	1,7	
			13	1,3	

Тогда

$$N_0 = \frac{2}{\pi S} \sum_{i=1}^4 \left(\frac{N_i}{d_i} \right)$$

Все измеренные и расчетные величины заносятся в таблицу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич, В.Г. Структурно-фазовые превращения в металлах / В.Г. Шепелевич. – Минск : БГУ, 2007. – 204 с.
2. Салтыков, С.А. Стереометрическая металлография / С.А. Салтыков. – М. : Металлургия, 1976. – 272 с.

Е.А. ШУТОВА

УО МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

В последнее время актуальным для Республики Беларусь процессам – цифровизации строительной отрасли, внедрении BIM-технологий, законодательства в данной сфере, разработке практических решений и образования – уделяется большое внимание, ведется активная работа по внедрению ее элементов в различные сферы строительной деятельности.

В период с 2019 года и по настоящее время проводится работа над совершенствованием нормативно-правовой базы в строительстве. Введены в действие 93 издания строительных норм (СН) и строительных правил (СП) Республики Беларусь. При этом СН как новый вид ТНПА содержат требования в области безопасности зданий и сооружений и предназначены для обязательного применения; СП представляют собой способы достижения СН и применяются на добровольной основе.

В 2020 году Республиканским унитарным предприятием «Республиканский научно-технический центр по ценообразованию в строительстве» была создана государственная информационная система «ГосСтройПортал», основными подразделами и сервисами которой являются:

- республиканский фонд проектной документации;
- единый реестр объектов капитального строительства;
- нормативная справочная информация, НПА и ТНПА;
- документационное обеспечение инвестиционного проекта;

- жилищная политика;
- мониторинг цен;
- BIM-технологии;
- библиотека базовых элементов – ресурс для размещения и использования постоянно пополняющейся коллекции элементов BIM – от строительных материалов до механических и электрических объектов.

Основной целью BIM-библиотеки является развитие и поддержка BIM-технологий с применением различных САПР-платформ (Autodesk, Graphisoft, Нанософт, Tekla и др.) и формата IFC (Industry Foundation Classes).

Цифровая трансформация охватывает все этапы жизненного цикла объектов строительства: планирование, проектирование, возведение, эксплуатацию и снос. В основе цифровой трансформации отрасли лежат технологии информационного моделирования, или BIM-технологии [1].

Традиционное проектирование зданий в значительной степени основывалось на двухмерных технических чертежах (планы, фасады, разрезы и т. д.). Информационное моделирование здания – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое [2].

Цифровизация затрагивает непосредственно работы на стройплощадке: автоматизируются или роботизируются рутинные или физически тяжелые операции, например, сварка, установка и крепление арматуры, подъем и перемещение грузов, отделочные работы, укладка кирпичей и др. Внедряется беспилотная тяжелая строительная техника. 3D-печать как перспективный в долгосрочном периоде метод возведения зданий также основывается на цифровых технологиях. Трансформируется индустриальное домостроение, где все производственные, бизнес-процессы и логистика направлены на изготовление модулей на цифровых фабриках непосредственно по информационной модели здания.

Широкое применение получают облачные цифровые решения для совместной работы в режиме реального времени, управления строительными проектами и сопутствующего электронного документооборота.

Основная часть расходов на цифровые технологии в строительстве приходится на машины и оборудование и на программное обеспечение. Отечественными разработками являются преимущественно неспецифичные для отрасли продукты, такие как системы бухгалтерского учета, документооборота. В то же время наблюдается почти полная зависимость от иностранных программных пакетов, требующихся для информационного моделирования (в числе наиболее распространенных – ArchiCAD, Revit, Tekla) [3].

Одним из барьеров цифровой трансформации строительства является нехватка кадров с цифровыми компетенциями – речь идет не столько об ИКТ-специалистах и разработчиках программного обеспечения, сколько о менеджменте, линейном персонале на производствах, стройплощадках (прорабы), которые могли бы работать с новыми цифровыми технологиями (например, беспилотной, роботизированной техникой, облачными решениями для управления проектами и электронного документооборота).

Важную роль в процессе цифровизации строительной отрасли играет трансформация в образовании. Одним из значимых шагов физико-инженерного факультета на пути к цифровизации можно считать открытие филиалов кафедры на базе производственного кооператива «Институт «Мозырьсельстройпроект» и УО «Мозырский государственный политехнический колледж». Задумка состоит в том, чтобы студент выпускного курса один день в неделю целенаправленно отработывал на производстве.

На базе факультета организован компьютерный класс для индивидуального просмотра слайд-лекций, для работы обучающихся с компьютерными программами. Работает цифровая библиотека, что позволяет подготовиться к практическим занятиям, подобрать материал к дипломному проекту. Оборудованы аудитории для коллективного просмотра лекций и для проведения коллективных тренингов. Такие формы обучения позволяют осуществлять контроль за успеваемостью и посещаемостью учебных занятий учащихся. В компьютерном классе может осуществляться электронное тестирование, которое предназначено для проведения промежуточной и текущей аттестации.

Существующая технология может использоваться в дневной и заочной формах получения среднего специального и высшего образования.

К новым методам и формам обучения в условиях цифровой трансформации можно отнести и использование онлайн-сервисов на практических занятиях и этапах разработки курсовых и дипломных проектов. На практических занятиях по учебной дисциплине «Организация и управление строительного производства» нами широко используется в online-доступе информационно-поисковая система (ИПС) «СтройДокумент» и государственная информационная система «ГосСтройПортал». Указанные онлайн-сервисы являются официальным электронным изданием Минстройархитектуры. Системы дают возможность работы с текстом ТНПА в онлайн-режиме с любого устройства, в котором открыт доступ в Интернет.

На основании изложенного можно сделать вывод, что цифровизации строительной отрасли непосредственно влияет на образование, вызывая необходимость применения новых средств и методов в обучении специалистов строительного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Травуш, В.И. Цифровые технологии в строительстве / В.И. Травуш // Строит. науки. – 2018. – № 3. – С. 107–117.

2. Внедрение BIM-технологий в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rep.bntu.by/handle/data/29599?show=full>. – Дата доступа: 25.12.2020.

3. Васильева, Н.В., Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли / Н.В. Васильева, И.А. Бачуринская // Вестн. Алтайской акад. экономики и права. – 2018. – № 7. – С. 39–46.