

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ В КРОССДИСЦИПЛИНАРНОМ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

© 2016 А.М. Спрыжков, Д.С. Приворотский, Е.В. Приворотская, Н.А. Яшина

Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Статья поступила в редакцию 06.04.2016

Методология информационного моделирования в строительстве BIM является инновационной альтернативой традиционному подходу к проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений. Наиболее полно BIM реализуется в рамках интегрированной реализации проектов в строительстве IPD. Таким же образом BIM/IPD технологии должны быть включены в учебный процесс профессионального образования строителей. Такую особенность IPD, как раннее вовлечение в процесс проектирования и строительства проектной команды и генподрядчика, авторами предлагается моделировать в учебном процессе через кроссдисциплинарное курсовое проектирование на кафедрах «Строительные конструкции» и «Технология и организация строительного производства» Самарского государственного архитектурно-строительного университета. Для решения этой задачи авторами определен порядок действий участников педагогического эксперимента на следующих этапах жизненного цикла зданий и сооружений: концептуализация, проектные решения, разработка проекта, исполнительная (имплементационная) документация, прохождение экспертизы (защита проекта). Средством интеграции конструкторской модели в процессе расчета, документооборота, технологического проектирования и строительства определены программные комплексы компаний Autodesk и Tekla.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование в строительстве, IPD, интегрированная реализация проектов в строительстве, кроссдисциплинарный курсовой проект, жизненный цикл зданий и сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Использование методологии информационного моделирования в строительстве BIM (Building Information Modeling) и сопутствующей ей методологии интегрированной реализации проектов в строительстве IPD (Integrated Project Delivery) во всем мире развивается быстрыми темпами. Поэтому, безусловно, является важным образование студентов строительных специальностей в области BIM / IPD. Во многих государственных и частных вузах США, таких как, университеты штата Пенсильвания, Южная Калифорния, Техас, Джорджия и др. [1, 2], имеются разработанные аккредитованные ACCE (American Council for Construction Education - Американский Совет по Образованию в Области Строительства) учебные программы BIM/IPD-образования [3-7].

Спрыжков Аркадий Максимович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и организация строительного производства». E-mail: arcadiy@mail.ru

Приворотский Дмитрий Соломонович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Начертательная геометрия и инженерная графика». E-mail: dmipriv@mail.ru

Приворотская Елена Владимировна, старший преподаватель «Начертательная геометрия и инженерная графика». E-mail: privorotsky10@mail.ru

Яшина Наталья Анатольевна, старший преподаватель «Начертательная геометрия и инженерная графика» E-mail: jana440@yandex.ru

Информационное моделирование зданий – Building Information Modeling (BIM) процесс генерации и управления данными о здании (или строительной конструкции) на протяжении всего жизненного цикла [8, 9].

Модель BIM 3D – комплекс архитектурных, конструктивных и расчетных моделей, выполненных на объектно-ориентированном программном обеспечении.

Модель BIM 4D – модель организации и технологии строительного производства, позволяющая визуализировать всю продолжительность серии событий (анимация строительных процессов) и отображения хода строительных работ (календарные планы и графики).

Модель BIM 5D – сметная модель проекта строительства.

Интегрированная реализация проектов в строительстве – Integrated Project Delivery (IPD) разработана Американским институтом архитекторов (AIA). В основу IPD положены следующие принципы [10, 11].

Вовлечение всех участников процесса проектирования и строительства с первого этапа жизненного цикла здания или сооружения – концептуализации (расширенного технического задания) (см. рис. 1).

Взаимное уважение и доверие: в интегрированном проекте, владелец-инвестор, проектировщики, консультанты, строители, субподрядчики и

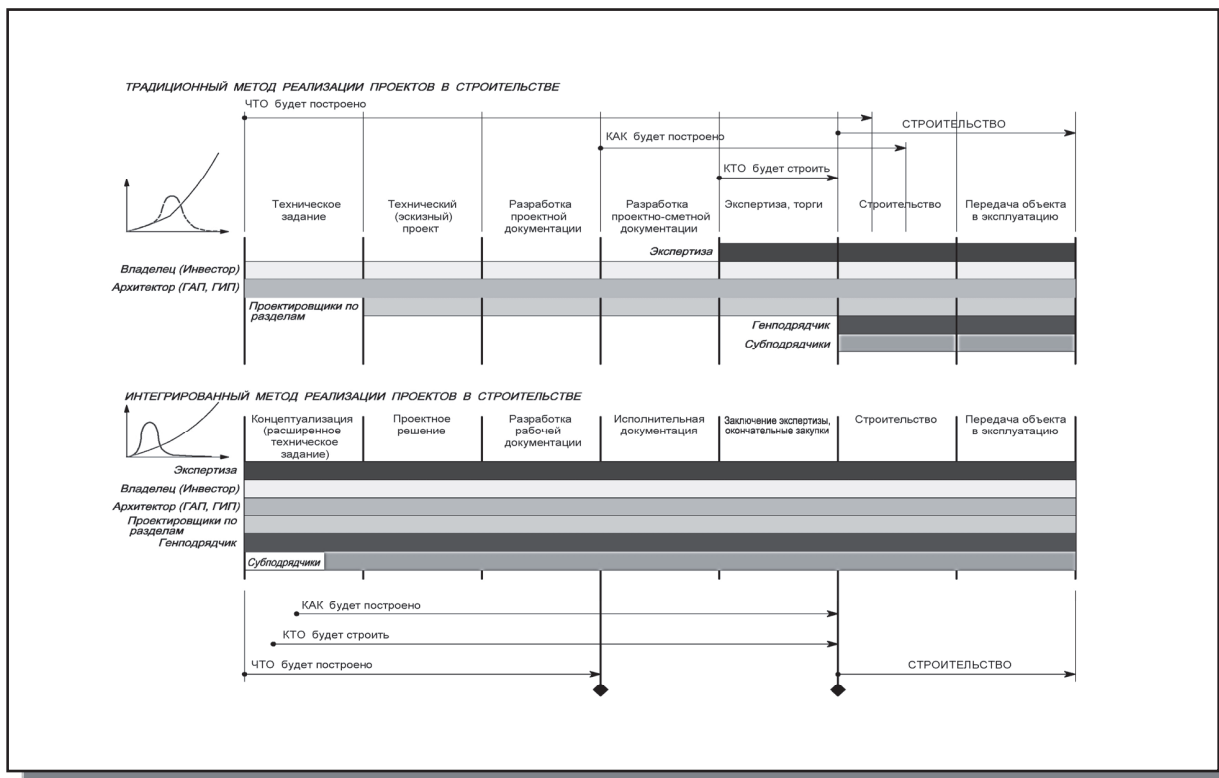


Рис. 1. Взаимодействие участников внутри этапов жизненного цикла в традиционном и интегрированном методах реализации проекта

поставщики понимают ценность сотрудничества и готовы работать в команде в наилучших интересах проекта. - Взаимная выгода и вознаграждение. Все участники или члены команды выигрывают от IPD. Выплаты основаны на добавленной стоимости, выполненной участниками проекта, и вознаграждение следования принципу «что лучше для проекта», например, путем создания стимулов, привязанных к достижению целей проекта. Интегрированные проекты используют инновационные бизнес модели для поддержки сотрудничества и эффективности – многосторонние и рамочные контракты [12].

Рис. 1 показывает традиционное и интегрированное взаимодействие участников внутри этапов жизненного цикла. Руководство AIA по интегрированной реализации проекта IPD детально описывает действия участников процесса: владельцев (инвесторов), архитекторов (проектной команды), строителей (генподрядчика, субподрядчиков, поставщиков), а также экспертизы, органов государственного контроля на всех этапах жизненного цикла.

В образовательной практике этапы жизненного цикла представлены соответствующими курсовыми проектами. Моделирование IPD - взаимодействия проектировщиков и строителей предполагается через выполнение кроссдисциплинарного курсового проекта кафедр «Железобетонных конструкций» и «Технологии и организация строительного производства» в Самарского государственного архитектурно-

строительного университета:

- конструирование и расчет плоского и ребристого железобетонного перекрытия на кафедре «Железобетонные конструкции»;
- разработка технологии производства работ монолитных железобетонных конструкций на кафедре «Технология и организация строительного производства».

IPD взаимодействие является наиболее соответствующим методологии информационного моделирования в строительстве BIM.

Таким образом, планируется организовать и скоординировать в курсовом проекте усилия по разработке конструкторской 3D BIM модели и 4D, 5D BIM модели технологии производства работ на основе принципа IPD – раннего вовлечения участников процесса проектирования и строительства с первого этапа жизненного цикла – концептуализации (расширенного технического задания).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методом исследования является педагогический эксперимент, моделирующий в кроссдисциплинарном курсовом проекте следующие этапы жизненного цикла зданий и сооружений: концептуализация, проектные решения, разработка проекта, исполнительная (имплементационная) документация, прохождение экспертизы (защита проекта).

Экспериментальные группы одновременно начинают разработку конструкторской модели от

эскизной до детальной разработки и модели производства работ от укрупненных показателей до детальной привязки к конкретному проектному решению конструкторов.

В нашем случае планирование работ сводится регламентации действий внутри следующих этапов жизненного цикла, отраженных на рис. 1.

Далее приводится программа действий, разработанная авторами, для участников кроссдисциплинарного курсового проекта кафедр «Железобетонные конструкции» и «Технологии и организация строительного производства» в соответствии с этапами жизненного цикла зданий и сооружений на основе методологии IPD.

Стадия IPD – Концептуализация

Стадия курсового проекта – Задание на проектирование

Цели и задачи интегрированного курсового проекта (кафедра ЖБК и ТОСП):

1. Запроектировать два варианта перекрытия многоэтажного здания с монолитным железобетонным каркасом:

- плоское безбалочное перекрытие;
- ребристое перекрытие.

2. Разработать технологию устройства монолитных конструкций перекрытия.

3. Выбрать наиболее эффективный вариант, в том числе по экономическим параметрам (target costing – проектирование по запланированным затратам).

Результаты данной стадии:

1. Задание на проектирование.
2. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.
3. Цена 1 дня стройки.

Стадия IPD – Проектное решение

Стадия курсового проекта – Проектные решения

Результаты данной стадии:

Кафедра ЖБК (Все показатели определяются по укрупненным данным):

1. Определить конструктивное решение (тип армирования, шаг гл. и вт. балок, размеры сечений и т.д.).

2. Определить опалубочные формы.

3. Выполнить сбор нагрузок (с обоснованием СП, СНиП, Еврокод, противопожарных требований).

4. Разработать расчетную схему с применением ВМ (с обоснованием СП, СНиП, Еврокод).

5. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

6. Target costing.

Кафедра ТОСП (Все показатели определяются по укрупненным данным):

1. Определить опалубочные формы.

2. Дать предложения по способу устройства конструкций (способ бетонирования, опалубочные системы, подбор техники).

3. Дать предложения по способу устройства конструкций (с обоснованием требований СП, СНиП, Еврокод, противопожарных требований по безопасности выполнения СМР).

4. Разработать расчетную схему с применением ВМ (с обоснованием СП, СНиП, Еврокод).

5. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

6. Сроки выполнения работ.

7. Target costing.

Стадия IPD – Разработка рабочей документации

Стадия курсового проекта – Аналог разработки рабочей документации

Результаты данной стадии – применение ВМ: Кафедра ЖБК:

Детальная разработка проекта:

1. Расчеты строительных конструкций.

2. Разработка чертежей плоского безбалочного перекрытия.

3. Разработка чертежей ребристого перекрытия.

4. Спецификации.

5. Модель 3D.

6. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

7. Target costing.

Кафедра ТОСП:

Детальная разработка технологии производства работ:

1. Разработка технологии возведения плоского безбалочного перекрытия.

2. Разработка технологии возведения ребристого перекрытия.

3. Графики производства работ.

4. Требования безопасности производства работ.

5. Материально-технические ресурсы.

6. Модель 4D, 5D.

7. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

8. Сроки выполнения работ.

9. Target costing.

Стадия IPD – Исполнительная документация

Стадия курсового проекта – Исполнительная документация

Результаты данной стадии – применение ВМ Кафедра ЖБК:

1. Спецификации.

2. Модель 3D.

3. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

4. Target costing.

Кафедра ТОСП:

1. Предложения по улучшению и интенсификации строительно-монтажных работ без изменения проектных решений.

2. Модель 4D, 5D.

3. Цена за 1 м^3 (1 м^2) конструкции.

4. Сроки выполнения работ.

5. Target costing.

6. Оценка взаимного влияния конструктивных решений и технологии.

7. Предложения по снижению стоимости конструктивных решений, технологии.

Стадия IPD – Экспертиза, разрешение на строительство, окончательные закупки

Стадия интегрированного курсового проекта – Защита курсового проекта

Результаты данной стадии:

Кафедра ЖБК: Презентация конструктивных решений.

Кафедра ТОСП: Презентация технологии.

Ожидаемые результаты

Участие в кроссдисциплинарном курсовом проекте направлено на формировании следующих знаний, компетенций и мотиваций:

- моделирование, когда выбранные системы влияют на смежные дисциплины и общее время выполнения проекта;

- осознание, что цель команды имеет большее значение, чем достижение индивидуальных целей и признания;

- активизировать понимание процессов BIM / IPD;

- получить толчок в понимании глубины дисциплины;

- выработать умение обращать рабочие процессы в информационный поток;

- стать продвинутыми командными игроками, овладеть навыками технической речи и описания процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа действий, разработанная авторами на основе методологии BIM/IPD, для участников кроссдисциплинарного курсового проекта является универсальной для профессионального учебного процесса, поскольку сам набор кафедр строительного университета является учебной моделью этапов жизненного цикла зданий и сооружений.

В рамках подготовки к проведению кроссдисциплинарного курсового проекта заключены договора о стратегическом партнерстве Autodesk и Tekla Россия с Самарским государственным архитектурно-строительным университетом, в рамках которых университету поставлены лицензионные программные комплексы, реализующие технологию BIM. Проведено обучение и сертификация преподавателей СГАСУ в авторизованных учебных центрах компаний.

В настоящий момент методика IPD/BIM курсового проекта вводится в рабочие программы кафедр «Железобетонные конструкции» и «Технология и организация строительного производства» СГАСУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sabongi F. J.* The integration of BIM in the undergraduate curriculum: an analysis of undergraduate courses [Электронный ресурс] / Sabongi F. J. // Proceedings of the 45th Annual Conference of the Associated Schools of Construction. 2009. URL: <http://www.ascproc.asc-web.org>.
2. *Integrated Design Courses Using BIM as the Technology Platform, Academic Best Practices / R. Holland, J. Messner, K. Parfitt, U. Poerschke, M. Pihlak, R. L. Solnosky* // Implementing BIM into Higher Education Curriculum, National Institute of Building Sciences, Annual Meeting. EcoBuild America Conference. Washington, DC. 2010. December 7.
3. *Solnosky R.L. Parfitt M.K.* Creating an Integrated Discipline Senior Capstone Design Course in Architectural Engineering Utilizing Building Information Modeling // College of Engineering Research Symposium (CERS). The Pennsylvania State University. 2011.
4. *Team Integration through a Capstone Design Course Implementing BIM and IPD / R.L. Solnosky, M.K. Parfitt, R. Holland, R. Leicht, J. Messner* // Academic Best Practices, Implementing BIM into Higher Education Curriculum, National Institute of Building Sciences, Annual Meeting, EcoBuild America Conference. 2011. December 6.
5. *Implementation of an Integrated Project Delivery / M.K. Parfitt, R.L. Solnosky, R. Holland, J. Messner* // Building Information Modeling (IPD/BIM) Pilot Program Into an Engineering Capstone Design Course in Architectural Engineering. Journal of Architectural Engineering, ASCE. – 2011.
6. *Joannides M.M., Issa R.A., Olbina S.* Implementation of BIM into architecture and construction educational curriculum // Journal of Building Information Modeling. 2011. P. 29-31.
7. *Parfitt M.K., Holland R., Solnosky R.L.* Results of a Pilot Multidisciplinary BIM-Enhanced integrated Project Delivery Capstone Engineering Design Course in Architectural Engineering // AEI. 2013. P. 44-53.
8. *The Business Value of BIM in North America. Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007-2012).* Smart Market Report / McGraw Hill Construction. – 2012.
9. *Khemplani L.* Top Criteria for BIM Solutions [Электронный ресурс] / AECbytes # 10, 2007, Survey Results. – 2007. – URL: <http://www.aecbytes.com> (дата обращения 14.03.2016).
10. *Integrated Project Delivery: A Guide / California. USA. : AIA, AIA CC.* – 2007.

11. IPD Case Studies /Minnesota. USA.: AIA, AIA Minnesota, School of Architecture University of Minnesota. – 2015 USA.: AIA. – 2015. – URL: <http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab081443.pdf> (дата обращения 14.03.2016).
12. AIA Contract Documents [Электронный ресурс] /

BUILDING INFORMATION MODELING AND INTEGRATED PROJECT DELIVERY IN A CROSS-DISCIPLINARY EDUCATIONAL DESIGN

© 2016 A.M. Spryzhkov, D.S. Privorotsky, E.V. Privorotsky, N.A. Yashina

Samara State University of Architecture and Civil Engineering

Methodology of building information modeling - BIM is an innovative alternative to the traditional approach to the design, construction and buildings and structures operation. Most BIM implemented within the framework of the Integrated Project Delivery (IPD) in construction. Likewise, BIM/ IPD technology should be included in the educational process of builder's education. Early involvement in the design and construction process of the project team and the general contractor, the authors propose to model in the learning process through crossdisciplinary course design at the department "Building construction" and "Technology and organization of building production" of Samara State Architecture and Civil Engineering University. To solve this problem the authors identified the order of actions of participants of pedagogical experiment in the next stages of the life cycle of buildings and structures: conceptualization, design solutions, project development, the implementing documentation, passing the examination (project defense). The means of integration of the design model in the calculation process, document management, process design and construction of specified are the software packages Autodesk and Tekla companies.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, IPD, Integrated Project Delivery in construction, crossdisciplinary course project, the life cycle of buildings and structures.

Arkady Spryzhkov, Candidate of Technics, Associate Professor at the Technology and Organization of Construction Industry Department. E-mail: arcadiy@mail.ru

Dmitry Privorotsky, Candidate of Technics, Associate Professor at the Descriptive Geometry and Engineering Graphics Department. E-mail: dmipriv@mail.ru

Elena Privorotsky, Senior Lecturer at the Descriptive Geometry and Engineering Graphics Department.

E-mail: privorotsky10@mail.ru

Natalia Yashina, Senior Lecturer at the Descriptive Geometry and Engineering Graphics Department.

E-mail: jana440@yandex.ru