



# Компетенция R94 «Инженерное проектирование»

**как площадка для отработки  
навыков проектирования объекта  
капитального строительства**

В строительной отрасли происходит изменение подходов к проектированию объектов капитального строительства за счет подготовки в процессе проектирования сводных информационных моделей и работы с содержащейся в них информацией. Это требует обновления содержания и изменения формы обучения студентов по специальностям, связанным с проектированием объектов капитального строительства и их инженерных систем. На основе сопоставления текущей формы обучения студентов инженерных направлений, подготовки и формы профессиональной деятельности инженеров, занимающихся проектированием объектов капитального строительства, показано, что в современной системе обучения недостаточно полно учитывается специфика командной работы инженеров различных специальностей в ходе разработки проекта. Дано обоснование необходимости использования методов командного междисциплинарного обучения.

В качестве методической основы для организации такой формы обучения предлагается использовать наработки по компетенции R94 «Инженерное проектирование» АНО «Агентство развития навыков и профессий».



## 1. Введение

В строительной отрасли происходит эволюционный переход от классических методов проектирования к созданию в процессе проектирования информационных моделей зданий и инженерных систем. Если при использовании классического метода результатом проектирования была проектная, рабочая и сметная документация, то в условиях цифровизации процессов проектирования результатом, кроме этой документации, становится еще и максимально подробная информационная модель, которая используется и периодически обновляется на всех последующих этапах жизненного цикла объекта капитального строительства (далее – ОКС).

Применение программных комплексов, реализующих принципы коллективной разработки и информационного моделирования, обеспечивает повышение качества выходной документации и автоматизацию обмена информацией об ОКС между всеми участниками его жизненного цикла, в том числе, при повторном применении этой информации для реконструкции и капитального ремонта ОКС.

В отрасли формируются требования к новому способу организации генерации, хранения и использования информации об ОКС в его информационной модели. Это определяет и новые требования к знаниям, умениям и навыкам инженеров-проектировщиков и выпускников вузов, а также необходимость дополнения содержания и изменения формы обучения.

## 2. Формы обучения и профессиональной деятельности инженера-проектировщика

Информационная модель включает в себя совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об ОКС, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и вывода из эксплу-

атации ОКС. Проектирование ОКС с применением технологий информационного моделирования и работа с информационной моделью определяют необходимость владения современным инженером-проектировщиком тремя группами навыков:

- hard-навыками, профессиональными навыками в области инженерного проектирования (теплоэнергетика, электротехника, водоснабжение и водоотведение, промышленное и гражданское строительство и т.д.);
- IT-навыками:
  - навыками работы в САПР, проектированием с использованием технологий информационного моделирования,
  - навыками организации рабочего взаимодействия в единой информационной среде,
  - навыками хранения информации и обмена ей с учетом информационной безопасности;
- soft-навыками, определяющими способность к межпрофессиональной коммуникации и обеспечивающими эффективное взаимодействие разных специалистов в рамках работы над одним проектом ОКС.

В настоящее время инженерная подготовка в вузах строится преимущественно на принципах обучения в рамках специализации: студенты получают профессиональные знания в своей сфере деятельности, практически не взаимодействуя со студентами других специальностей. Например, бакалавр по направлению 08.03.01 – Строительство изучает вопросы, связанные со строительной отраслью, и в ходе образовательного процесса не имеет необходимости поработать над совместным проектом с бакалавром-электриком или теплоэнергетиком. Такой метод обучения можно условно назвать «монодисциплинарным».

Этот метод оправдан тем, что реальное проектирование ОКС включает в себя разделы проектирования

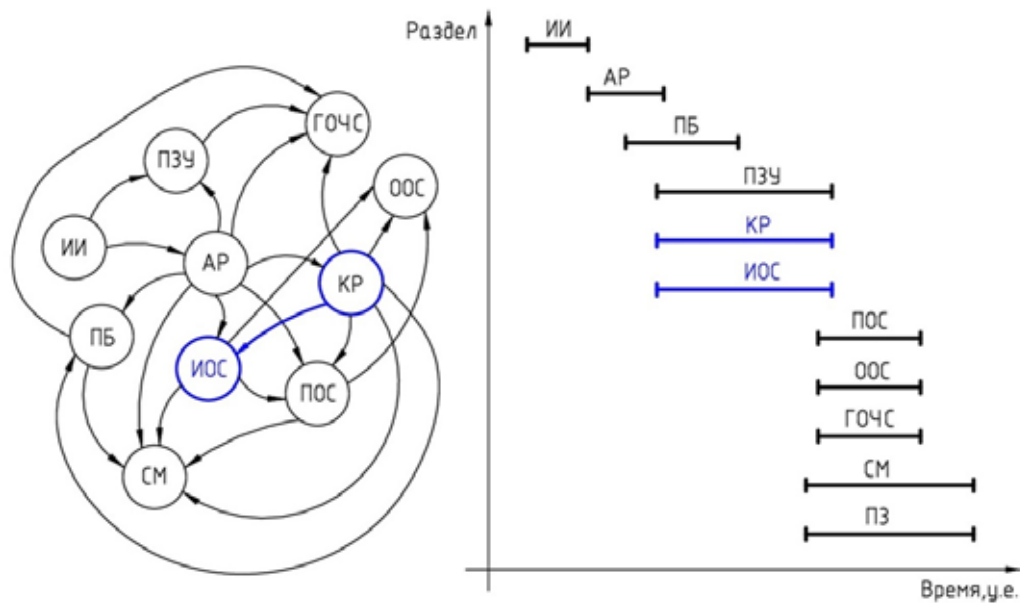
отдельно взятых инженерных систем и строительных конструкций, и студенту необходимо получить профильные навыки, чтобы он мог подготовить соответствующий раздел проекта. Однако в условиях реального проектирования устройство отдельно взятой инженерной системы сильно зависит от конструкции других систем. Эффективность всего процесса проектирования зависит от эффективности коллективного принятия решений и от того, насколько грамотно инженер отдельной специальности участвует в командной работе [1]. Поэтому монодисциплинарный метод не позволяет в полной мере освоить hard-навыки и soft-навыки, которые требуются при реальном совместном проектировании.

Реальное проектирование (в отличие от процесса обучения студентов) является «мультидисциплинарным». Студенты могут видеть примеры мультидисциплинарного процесса проектирования только во время производственной практики. Однако, завершив практику, они возвращаются к традиционному образовательному процессу и защищают индивидуальную выпускную квалификационную работу (ВКР). Таким образом, навыки мультидисциплинарного командного проектирования ОКС у них не закрепляются и не проверяются.

Несоответствие форм обучения и профессиональной деятельности приводит, как минимум, к увеличению срока адаптации молодого специалиста, а в ряде случаев к снижению качества результатов проектных работ. Необходима методическая унификация форм, то есть – введение в процесс обучения навыков командного проектирования ОКС. Для организации опережающей подготовки студентов целесообразно обучать их проектированию с применением технологии информационного моделирования.

## 3. База унификации форм обучения и профессиональной деятельности инженера-проектировщика

Сегодня формирование набора профессиональных знаний, умений и на-



**Обозначения:**

- |     |  |      |  |
|-----|--|------|--|
| ИИ  | Инженерные изыскания,  | ГОЧС | Перечень мероприятий по гражданской обороне, по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, по противодействию терроризму,   |
| АР  | Архитектурные решения,   | СМ   | Смета на строительство объектов капитального строительства,  |
| ПБ  | Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности,  | ПЗ   | Пояснительная записка (Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 (ред. от 28.04.2020 г.) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации). |
| ПЗУ | Схема планировочной организации земельного участка,  |      |  |
| КР  | Конструктивные и объемно-планировочные решения,  |      |  |
| ИОС | Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений, |      |  |
| ПОС | Проект организации строительства,  |      |  |
| ООС | Перечень мероприятий по охране окружающей среды,   |      |  |

**Рис. 1. Разделы проектирования ОКС на стадии «Проектная документация».**

выков у студентов образовательных учреждений происходит, как правило, классическим методом с применением таких форм, как лекции, практические занятия, курсовое проектирование. Проверка степени освоения умений и навыков проводится в форме подготовки выпускной квалификационной работы.

Чтобы развить умение проектировать ОКС в команде и применять при этом единую информационную среду, необходимо использовать соответствующие методы обучения: проектное, практико-ориентированное обучение в мультидисциплинарных командах, которые в настоящее время уже внедряются в образовательный процесс.

В России принято двухстадийное проектирование [2], а именно: стадии создания проектной и рабочей

документации. На всех стадиях проектирования разделы проектной документации и комплекты рабочей документации разрабатываются параллельно-последовательно (рис. 1).

Из всего комплекта проектной документации выделим два раздела:

- КР – конструктивные и объемно-планировочные решения;
- ИОС – сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений (подразделы «Система электроснабжения», «Система водоснабжения», «Система водоотведения», «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети», «Сети связи», «Система га-

зоснабжения», «Технологические решения»).

Не умаляя важности остальных разделов и не проводя их ранжирование относительно друг друга, отметим специфику выделенных: именно в ходе их выполнения объект строительства наполняется инфраструктурой, инженерными сетями, а информационная модель объекта – данными, определяющими основное функциональное назначение ОКС и отвечающими за жизнеобеспечение объекта. Кроме того, выполнение разделов КР и ИОС происходит одновременно, и инженеры-проектировщики с пересекающимися задачами и целями в ходе их выполнения обмениваются данными в информационной среде, чтобы подготовить каждый свою часть. Эти два фактора обуславливают методическую целесообразность модели-

рования и оценки в рамках обучения студентов выполнению именно этих разделов.

#### 4. Пример моделирования работы и оценки квалификации инженеров по методике международного движения WorldSkills

Компетенция R94 «Инженерное проектирование» была создана в 2017 году по инициативе Госкорпорации «Росатом». Обучаясь этой компетенции, участники в составе команды демонстрируют и повышают уровень своих навыков в проектировании зданий и сооружений различного назначения, включая сети и системы инженерно-технического обеспечения, с использованием технологии информационного моделирования.

В состав команды входят:

- участник 1 – инженер-проектировщик строительных конструкций;
- участник 2 – инженер-проектировщик электротехнических установок;
- участник 3 – инженер-проектировщик трубопроводных систем (технологических трубопроводов, систем отопления и кондиционирования, тепловых сетей, технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей, систем водоснабжения и водоотведения);
- участник 4 – специалист по информационному моделированию.

Команде выдается конкурсное задание на проектирование ОКС, в ходе выполнения которого участники должны применять hard-навыки, soft-навыки (межпрофессиональная коммуникация, понимание взаимозависимости друг от друга в производственном процессе) и IT-навыки (работа с САПР и информационной моделью). Команда совместно работает над одним ОКС. В организации работы применяется концепция OpenBIM [3].

Основными задачами команды являются:

- выполнение инженерных расчетов по различным специальностям;
- принятие командных проектных решений на основе исходных данных и расчетов;
- создание сводной цифровой модели;
- получение чертежей из модели.

В силу ограничений, которые налагает соревновательный процесс (конкурсное время – 24 часа, отсутствие возможности консультации с коллегами, поиска в архиве отработанных

При этом сохраняются и требования в части действующих норм и правил: принимаемые технические решения должны учитывать требования промышленной, пожарной и радиационной безопасности, защиты окружающей среды и безопасности жизнедеятельности человека, а также решается задача определения сметной стоимости строительства.

Проведя работу в таком объеме, участники проектирования могут сформировать данные на уровне, минимально необходимом для создания информационной модели ОКС.

Конкурсное задание имеет связанную структуру (рис. 2), которая прорабатывается таким образом, чтобы задания по специальностям участни-

## Применение программных комплексов, реализующих принципы коллективной разработки и информационного моделирования, обеспечивает повышение качества выходной документации и автоматизацию обмена информацией об ОКС между всеми участниками его жизненного цикла

ных решений, а также возможности использования готовых шаблонов и заранее подготовленных данных), к постановке задач конкурсантам используется особый подход, условно названный «конкурсное проектирование».

Этот подход представляет собой частичную совместную реализацию стадий подготовки проектной и рабочей документации. Часть документов, которые необходимо выполнить в проектной документации, исключаются, а по оставшейся части дается установка на более детальные расчеты, выбор оборудования, материалов и т.д. Большая часть стадии подготовки рабочей документации также исключается, но при этом смысл процесса проектирования сохраняется.

ков имели полный перечень исходных данных и требований к формированию выходной документации.

Конкурсное задание состоит из трех основных связанных между собой блоков: а) проектирование, б) инженерные решения в информационной модели и в) информационное моделирование. Рассмотрим более детально два блока.

Блок проектирования. В ходе работы над блоком проектирования участники совместно формируют данные на уровне, минимально необходимом для создания информационной модели.

Конкурсное задание для участника-технолога включает в себя описа-



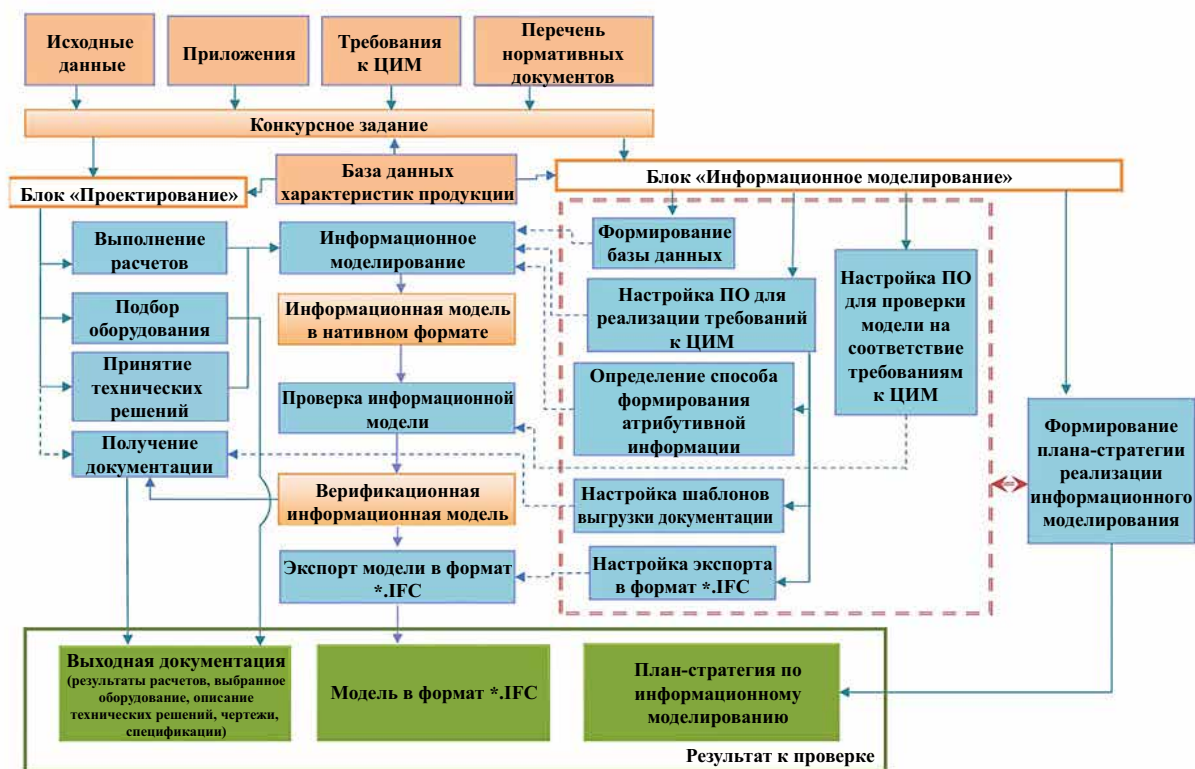


Рис. 2. Структура конкурсного задания

ние технологического процесса, для реализации которого предназначен проектируемый ОКС, и необходимо для этого процесса оборудования. В зависимости от типа технологии могут быть заданы сезонные режимы работы или иные специальные условия. В ходе выполнения задания участнику-технологу необходимо произвести расчеты, подобрать оборудование, составить технологические схемы и выдать задания участнику-электрику на подключение технологического оборудования к электрической сети, а участнику-строителю предоставить сведения по массогабаритным характеристикам оборудования и трассировке технологических трубопроводов.

Конкурсное задание для участника-строителя предполагает проектирование строительных конструкций ОКС. Во время выполнения этого задания ему необходимо спроектировать и выполнить чертежи, произвести необходимые расчеты как в развернутом виде, так и с помощью расчетного комплекса. Информацию о весе и схеме расположения технологического оборудования участ-

ник-строитель получает в качестве задания от участника-технолога.

Конкурсное задание для участника-электрика по проектированию электроустановок разрабатывается для двух систем: электроснабжения и внутреннего электрического освещения ОКС. В ходе реализации задания он выполняет электротехнические и светотехнические расчеты, а также осуществляет выбор оборудования и светотехнических изделий. Участник-электрик получает задание по характеристикам технологического оборудования, которое необходимо подключить к системе электроснабжения, от участника-технолога. Совместно с участником-строителем и участником-технологом они выбирают место установки электрических щитов, светильников, расположение сетей и кабельных трасс.

Блок инженерных решений в информационной модели. В ходе работы над блоком информационного моделирования на основании данных конкурсного задания, результатов расчетов, выполненных в блоке про-

ектирования, технических характеристик выбранного оборудования, изделий и материалов, требований к ЦИМ, создается сводная цифровая модель ОКС.

Блок информационного моделирования. Для формирования и наполнения цифровой информационной модели (ЦИМ) в состав команд-участниц соревнований включается специалист по информационному моделированию («специалист по ИМ»). В ходе выполнения задания он составляет план-стратегию реализации технологии информационного моделирования, который содержит перечень действий для создания ЦИМ и требований к модели. Информационная модель формируется в нативном формате и в формате IFC [4]. Полученная информационная модель является результатом инженерных решений, принятых командой.

Также стоит отметить взаимодействие между участником-строителем, участником-технологом, участником-электриком и специалистом по ИМ в части выполнения требований к цифровой информационной моде-



ли относительно уровня ее проработки. Специалист по ИМ во время выполнения задания запрашивает необходимые данные об уровне проработки ЦИМ от остальных участников команды и контролирует его. В свою очередь, уровень проработки ЦИМ определяется стратегией команды, например, команда может сделать минимальным уровень геометрической проработки и максимальным уровень проработки информационного наполнения.

Оценка результатов работы команды производится на основании критериев, собранных в ключевые группы навыков с указанием их удельного веса. Критерии и их удельный вес определяются и ежегодно пересматриваются экспертным сообществом, состоящим из представителей различных отраслей (нефтехимия, металлургия, атомная энергетика). Перечень и значимость различных навыков представляет собой «среднюю» характеристику, набор навыков и умений работника, сформированный экспертами.

## 5. Инструменты

Участниками чемпионатов по компетенции R94 «Инженерное проектирование» используется программный комплекс Model Studio CS на Платформе nanoCAD как программный комплекс для решения задач по проектированию объекта капитального строительства с применением технологии информационного моделирования. В качестве инструмента проверки выбран программный комплекс CADlib Модель и Архив.

Model Studio CS на Платформе nanoCAD – отечественный программный комплекс для проектирования объектов промышленного и гражданского назначения с применением технологии информационного моделирования, программный комплекс CADlib Модель и Архив – для сбора, обработки и анализа данных сводных цифровых информационных моделей. Комплексы Model Studio CS и CADlib Модель и Архив разработаны компанией CSoft Development.

## 6. Экспертное сообщество

В состав экспертного сообщества компетенции R94 «Инженерное проектирование» входят сотрудники предприятий ГК «Росатом», НИПИГАЗ, Холдинг ЕВРАЗ, НЛМК-Инжиниринг, «Роснефть», АО CSoft Development, АО «Нанософт разработка».

## 7. Заключение

В современной системе обучения инженеров-проектировщиков недостаточно полно учитывается специфика командной работы и необходимость мультидисциплинарного взаимодействия в ходе проектирования. Для решения этой проблемы целесообразно использовать в образовательном процессе методы проектного обучения студентов в мультидисциплинарных командах.

На основе компетенции R94 «Инженерное проектирование» можно оценить знания и умения, а также командную работу участников при проектировании ОКС. Содержательный и методический подходы к разработке конкурсного задания и критериев оценки, отработанные в рамках этой компетенции, могут быть взяты за основу для формирования содержания проектного обучения студентов, будущих инженеров-проектировщиков. Проверку степени освоения студентами навыков проектирования в команде можно проводить в виде чемпионатов по данной компетенции или в форме демонстрационного экзамена.

Методика обучения компетенции R94 «Инженерное проектирование» предоставляет вузам современный и удобный инструмент унификации содержания и форм обучения и профессиональной подготовки специалистов инженерного звена. Ключевым моментом здесь является активное и заинтересованное участие экспертного сообщества, которое позволяет поддерживать актуальный уровень требований к знаниям, умениям и навыкам инженера-проектировщика, создает базу для развития профессии проектировщика и подготовки кадров для сферы строительного инжиниринга.

## Литература

1. Гришина Н.М., Чалый Ю.Ю. Проблемы и перспективы BIM в ВУЗах: управление развитием в строительстве // Известия КГАСУ, 2017. № 3 (41), с. 277-288.
2. Постановление Правительства Российской Федерации №87 от 16 февраля 2008 года «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями от 17 сентября 2018 года).
3. Концепция OpenBIM: понятие, принципы реализации, некоторые выводы. URL: <https://www.nanocad.ru/information/articles/2994823/> (дата обращения: 19.10.2020 г.).
4. ISO 16739-1:2018 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. URL: <https://www.buildingsmart.org> (дата обращения: 19.10.2020 г.).

**Тимур Агаев**

АО «Государственный специализированный проектный институт»,

г. Железногорск, Россия,  
e-mail: tgagaev@aogspi.ru

**Андрей Чуманов**

АО «СиСофт Девелопмент»,

г. Москва, Россия,  
e-mail: Chumanov.andrey@cssoft.ru

**Вадим Силин**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

г. Екатеринбург, Россия,  
e-mail: v.e.silin@urfu.ru

**Андрей Кошкар**

Эксперт АНО «Агентство развития навыков и профессий»,

г. Челябинск, Россия,  
e-mail: a.a.koshkarov@yandex.ru

**Алексей Володин**

НИУ (Национальный исследовательский университет) «Южно-Уральский государственный университет»,

филиал в г. Златоусте, Россия,  
e-mail: volodinam@susu.ru