****

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

Кафедра «Организация строительства»

**Методические указания по дисциплине «Симуляция деятельности проектных и строительных организаций» для** **магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2022

УДК 69.08

Составитель: проф. д.т.н. Зеленцов Л.Б., ст.препод. Кравченко А.И.

Методические указания по дисциплине «Симуляция деятельности проектных и строительных организаций» для магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2022. – 32 с.

Изложены теоретические аспекты и рекомендации по проведению занятий.

Приведенные материалы дают возможности обучающимся приобрести самостоятельные практические навыки по работе проектных и строительных организаций на основе теоретических знаний.

Предназначены для магистров направления подготовки 08.04.01 «Строительство», профиля подготовки «Управление инвестиционно-строительной деятельностью».

УДК 69.08

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского

государственного технического университета

Научный редактор д-р техн. наук, профессор В.В. Костюченко

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Организация строительства»

д-р техн. наук, профессор Л.Б. Зеленцов

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

В печать

Формат 60×84/16. Объем 2,3 усл. п. л.

Тираж экз. Заказ №

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный

технический университет, 2022

**Симуляция деятельности проектных и строительных организаций**

**Лекция 1**

**Тренажеры, симуляторы (имитаторы), обучающие системы, имитационное моделирование**

Слово "тренажер" - это явный неологизм, продукт 20-го века, хотя само понятие, которое в нем заключено - некое устройство для обучения человека и создания у него определенных навыков, применялось, наверняка, еще на заре цивилизации.

При этом в доиндустриальном обществе тренировка осуществлялась, в основном, по принципу - "делай как я", хотя, если напрячь фантазию и освежить в памяти литературные и иные источники, можно представить "приспособления", которые использовались нашими далекими и не очень далекими предками для воспитания и обучения. В первую очередь это, конечно, куклы, которые сопровождают человечество со времен Адама и Евы. Не забывались и животные, в частности Милоном Кротонским, который для развития силы носил на плечах теленка, а тот рос и рос. В ратном деле древние, желая сохранить во здравии своих воинов, использовали в тренировках деревянные мечи и копья с затупленными наконечниками, а позднее появились макивары, которые уже можно смело назвать функционально замкнутыми тренажерами.

Уровень технологической базы всегда играл доминирующую роль в развитии любого государства. Для большинства стран рывок в индустриальном развитии в первую очередь связывался, особенно при дефиците природных ресурсов (Япония, Корея и т. п.), и связывается в настоящее время с возможностью доступа к передовым технологиям. По мере выработки природных ресурсов значение технологического уровня производства и квалификация специалистов - носителей технологии все более и более возрастает. Даже для России с ее неистощимыми богатствами возможность преодоления затянувшегося кризиса, как представляется, немыслима без подготовки огромного количества высококлассных специалистов, способных воспринимать и развивать самые современные технологии.

Развитие индустриального общества делает процесс подготовки и постоянного повышения квалификации специалистов все дороже и дороже. На первое место выходят как проблемы до учебного тестирования и отсева кандидатов (профориентация), так и всемерное удешевление процесса подготовки при сохранении приемлемой эффективности.

Тренажеры в современном понимании появились только в индустриальном обществе, когда возникла необходимость массовой подготовки специалистов для работы либо на однотипном оборудовании, либо со схожими рабочими действиями, и уж, конечно, в первую очередь для военных нужд. Но только сейчас с потрясающе быстрой компьютеризацией мирового сообщества, с созданием сложнейшей техники, эксплуатация которой связана с риском для жизни не только одного человека, но и человечества в целом, возникла целая индустрия - тренажерные технологии. Концептуальные основы того, что сейчас называют «активным обучением», были сформулированы еще в начале XX века американским философом и педагогом Джоном Дьюи (John Dewey). Он утверждал, что традиционной системе образования, основанной на приобретении и усвоении знаний, нужно противопоставить обучение «путем делания», чтобы новые знания извлекались человеком из практической деятельности и личного опыта. В 1950-1960 гг. подобные идеи активно развивались. В результате оформились две концепции: «пирамида обучения Бенджамина Самюэля Блума» (learning pyramid) и «конус опыта Эдгара Дейла» (Dale’s cone of experience).

В зарубежной практике исследования, проведенные в 80-х годах Национальным тренинговым центром (США, штат Мэриленд), показали, что интерактивные методы позволяют резко увеличить процент усвоения материала. Результаты исследования Центра были выражены в таблице, получившей название «Пирамида обучения». В основе «Пирамиды обучения» лежат более ранние исследования профессора Эдгар да Дейла (1900-1985), создавшего «пирамиду Дейла» или «Dale’s cone of experience» (известную как конус Дейла).

«Пирамида обучения» показывает, что наименьший процент усвоения имеют пассивные методики (лекция - 5%; чтение - 10%), а наибольший - интерактивные (дискуссионные группы - 50%, практика через действие - 75%, обучение других или немедленное применение - 90%).

Пирамида обучения, созданная на основе исследований профессора Эдгара Дейла и его последователей, показывает, в каком направлении необходимо двигаться.

Если хотите, чтобы что-то новое было освоено в короткий срок, с наименьшими затратами, минимальным риском и максимальной эффективностью — используйте тренажеры. Именно об этом нам твердит Эдгар Дейл с вершины своей пирамиды (рисунок 1).



Рисунок 1 - Пирамида обучения, созданная на основе исследований профессора Эдгара Дейла

Практика может быть заменена частично или полностью за счет использования симуляторов различного назначения. Представители практически всех профессий, связанных с риском для жизни людей и безопасностью окружающей среды, тренируются на различного рода тренажерах.

Тем, чье поле деятельности — организация новых бизнесов и управление существующими предприятиями самых разных отраслей? Как им представить, почувствовать, уловить, что значит быть руководителем, и вообще понять, надо им это или нет? Для этого придумали особые тренажеры — бизнес-симуляторы.

Очень часто игнорируется моральный аспект использования симуляторов. Время и расходы на обучение, это не просто трата ресурсов на персонал – сотрудники понимают, что это инвестиция в их будущее, а также, будущее предприятия, на котором они работают.

Тренажерные технологии сегодня - это не только спортивные тренажеры, с которыми в основном связано это понятие в общепринятом восприятии, это сложные комплексы, системы моделирования и симуляции, компьютерные программы и физические модели, специальные методики, создаваемые для того, чтобы подготовить личность к принятию качественных и быстрых решений.

Представители практически всех профессий, связанных с риском для жизни людей и безопасностью окружающей среды, учатся на различных тренажерах. К профессиям, где необходимо использовать тренажеры следует отнести: авиаторов, автомобилистов, механиков-водителей тяжелой техники, операторов атомных электростанций и нефтеперерабатывающих производств и др.

Для тех, чье поле деятельности — организация новых бизнесов и управление существующими предприятиями самых разных отраслей хозяйствования так же придумали особые тренажеры — бизнес-симуляторы, которые позволяют им почувствовать, что значит быть руководителем, и вообще понять, надо им это или нет? Для этого зарубежные университеты часто проводят опросы работодателей на предмет их удовлетворенности уровнем подготовки студентов. Hult International Business School (США) опросили руководителей компаний, считают ли они выпускников управленческих специальностей вузов готовыми к работе - 44% опрошенных ответили «нет».

По мнению Haskett consulting inc. (HCI): "Люди запоминают 20 % того, что они видят, 40 % того, что они видят и слышат и 70 % того, что они видят, слышат и делают". Поэтому необходимым элементом эффективного обучения являются постоянные тренировки в том числе с использованием тренажера- симулятора.

Даже сами выпускники говорят, что не готовы к самостоятельной карьере в выбранной отрасли. Более 40 процентов выпускников ТОР-100 университетов США не могут устроиться на работу по специальности.

Почему так получается? Один из возможных ответов — обучающие и обучаемые говорят на разных языках. Что может «усадить за стол переговоров» седого профессора и безусого студента? Игра. Вот тут на академическую сцену и выходят бизнес - симуляции. Как ни странно, именно высшая школа первой раскусила преимущества этого метода обучения.

Обучение в области управления запасами, планирования производственных мощностей, управления закупками, клиентским сервисом и других смежных областей является важным, но не приоритетным при составлении планов на обучение. А вот навыки управления операционной деятельностью остаются недостаточно охваченными.

Это говорит, прежде всего, о том, что все еще не сформировано целостное понимание у руководства компаний о системной взаимосвязи между финансовыми результатами и уровнем профессиональной подготовки менеджеров, отвечающих за управление цепями поставок и производственной деятельностью. Не всегда есть понимание того, что важно эффективно использовать внутренние ресурсы предприятия.

В ситуации глобального кризиса и общей нестабильности экономики, нехватки ресурсов, в том числе инвестиционных, а также на фоне высоких рисков, в том числе рисков технологического характера – грамотное управление операционной деятельностью становится **одним из ключевых факторов успеха**. В управлении операционной деятельностью компаний скрыт значительный потенциал снижения себестоимости, повышения производительности и рентабельности.

Считается, что навыки в управлении операционной деятельностью относятся к категории **hard skills**, то есть так называемых твердых навыков и умений как, например, знаний в области владения компьютерными программами, математическим аппаратом, бухгалтерским учетом или навыками перевода на иностранные языки. Как правило, подобные навыки приобретаются специалистами на этапе получения базового образования, а в дальнейшем совершенствуются уже непосредственно на рабочих местах. Причем специалисты учатся на собственном опыте. При этом не всегда у них хватает мотивации, времени, других факторов поддержания своего профессионального уровня, в связи с чем, конечно же, страдает качество управления. Следует отметить, что наиболее релевантный опыт, соответствующий современным требованиям, приобретается в западных компаниях, в которых внедряются международные стандарты бизнеса. Происходит это в силу того, что в таких компаниях налажены **методы управления знаниями**, а также налажены процессы непрерывного обучения. Передовой опыт в таком аспекте есть в таких компаниях, как Procter&Gamble, Mars.

Управление же операционной деятельностью, помимо конкретных знаний в области планирования, требует довольно много синтетических навыков на стыке многих направлений: основы маркетинговой деятельности, понимание финансовых механизмов формирования прибыли и природы затрат, владение математическим аппаратом, опыт работы с ERP системами, умение анализировать, обрабатывать большие объемы информации и многое другое.

Очевидно, что требования к компетенциям специалистов по управлению операционной деятельностью высоки и, к сожалению, существует серьезный разрыв между требованиями работодателя и возможностями соискателей на определенные позиции. Поэтому вопрос обучения специалистов остается актуальным. Тем не менее, зачастую из-за низкого уровня предложений на рынке образования, из-за отсутствия достаточно интересных инструментов обучения специалистов, задача повышения квалификации остается задачей самостоятельного развития специалиста. Нехватка преподавательского состава необходимого и достаточного уровня с релевантным практическим опытом только усугубляет эту проблему.

Поэтому особое место в ряду практических занятий занимают различные бизнес-тренажеры и бизнес-симуляторы. Бизнес-симуляторы на основе современных веб-технологий и программного обеспечения способны предоставить бизнесу возможность многофакторного и объемного обучения. Этот инструмент решает комплексные задачи бизнеса в современном интерактивном формате и, тем самым, обеспечивает компанию надежностью и качеством.

Грамотно разработанные бизнес-симуляторы в состоянии учитывать большое разнообразие факторов, влияющих на эффективную работу производственного предприятия, сложные взаимосвязи различных функций, позволяют **в безопасной среде** моделировать различные стратегии, прогнозировать результаты деятельности.

Тренажеры-симуляторы — программные или программно-аппаратные комплексы, имитирующие реальные процессы и ситуации, с целью подготовки персонала, выработки умений и навыков.

Тренажеры-симуляторы обеспечивают профессиональную подготовку операторов, формирование и совершенствование навыков и умений, необходимых для управления материальным объектом. Тренажеры-симуляторы должны соответствовать требованиям методик подготовки и обеспечивать контроль качества деятельности обучаемого. Воспроизводимые в тренажере-симуляторе информационное и моторное поля оператора, должны быть по виду и содержанию идентичны информационному и моторному полям реального оборудования. Функционально тренажеры-симуляторы подразделяются на специализированные, комплексные и групповые.

Специализированный тренажер-симулятор предназначен для подготовки оператора к выполнению деятельности по определенной специальности.

Комплексный тренажер-симулятор предназначен для совместно подготовки нескольких операторов в полном объеме алгоритмов их деятельности, или одного оператора, деятельность которого осуществляется по нескольким специальностям.

Групповой тренажер-симулятор предназначен для одновременной подготовки операторов взаимосвязанных систем.

Тренажер-симулятор, как правило, предполагает наличие рабочего места инструктора. Инструктор задает сценарий тренировки, а также может управлять ходом тренировки и оценивать ее результаты.

В современных тренажерах и в программах подготовки и обучения, на них основанных, закладываются принципы развития практических навыков с одновременной теоретической подготовкой, т.е. тренажер способен развиваться вместе с обучаемым. Реализация такого подхода стала возможна в связи с бурным развитием и удешевлением электронно-вычислительной техники и прогрессом в области создания машинного зрения, виртуальной реальности и т.п. На базе этих технологий разработаны многочисленные тренажеры для военного применения, позволяющие имитировать боевые действия с высочайшей детальностью в реальном времени, создано множество приложений технологии виртуальной реальности для медицины, позволяющих проводить операции электронному пациенту с высокой степенью достоверности и т.д. и т.п., при этом области применения тренажерных технологий постоянно расширяются. Российские тренажеры, которые, на наш взгляд, занимают вполне достойное место в мировой индустрии тренажерных технологий. Конечно, что касается технологий, нашей стране еще очень далеко до планеты всей, но наличие достаточно большого и современного парка компьютерной техники, хороших программистов и неплохих специалистов в различных отраслях промышленности создает возможность вполне равноправного существования Российского тренажеростроения. Какие бы задачи не стояли перед конкретной тренажерной системой ее разработчики вынуждены иметь дело с общими свойствами человеческого мышления и восприятия, поэтому интересные методы и новые конструктивные решения, выработанные в одной области деятельности, могут с успехом применяться и в других, порой совершенно, казалось бы, далеких по задачам и целям.

Исторически тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение - к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе.

По мере развития и удешевления тренажерные технологии начинают проникать и в другие отрасли: портовое и крановое хозяйство, авто и судовождение, рыболовный флот, педагогику и прочее. Особняком стоят физкультура и спорт, где исторически применение "неинтеллектуальных" тренажеров опередило все другие отрасли; в настоящее время эта область влилась в общее русло развития тренажерных технологий, в частности, появились "интеллектуальные" методики типа электромиостимуляции, интенсивно развиваются методы контроля эффективности процесса подготовки (диагностика) и т. п.

Тренажерные технологии к настоящему времени сформировались в успешно развивающуюся отрасль мировой индустрии. Среди наиболее известных мировых лидеров можно назвать: Raytheon Training, США, которая представляет собой мощную организацию по интегрированным экспертным системам и управлению, обеспечивающую нужды подготовки специалистов и тренировочные продукты/услуги для военных и коммерческих организаций во всем мире. Успешно работает по заказам НАСА, министерства обороны США и т. д. В области тренажеров управления воздушным движением - главный поставщик систем и оборудования по всему миру. Thomson Training & Simulation, Великобритания, США, Франция.

Компания предоставляет возможности профессиональной подготовки военных специалистов в современных условиях, разрабатывает концепции военного обучения в будущем, проводит оценку систем вооружения и возможностей их развития.

«Открытый код», Россия

В нашей стране компания «Открытый код» ведет разработку, внедрение и сопровождение ИТ-продуктов класса ЕRР.

Это решение специфических задач и удовлетворение потребностей заказчиков в нестандартном подходе к автоматизации сложных процессов и видов деятельности, так, например создание интерактивных AR/VR-симуляторов для обеспечения процессов обучения, взаимодействия, моделирования, сохранения и предоставления информации на основе разработки программно-аппаратных средств, отображающих часть реальных явлений и свойств в виртуальной среде.

Преимущества этих решений:

* Возможность моделирования штатных и нештатных ситуаций при обучении благодаря отслеживанию ожидаемых действий пользователя с учетом семантического описания ситуаций в виде онтологических сценариев,
* Уникальные преимущества по наглядному отображению функциональности сложных технических приборов и систем при отработке навыков идентификации устройств и принятия решения в условиях неопределенности,
* Контекстное воспроизведение справочной информации при реализации различных сценариев использования на основе применения базы знаний (онтологии) методических материалов и технических описаний,
* Высокая конфигурационная адаптивность для различных технических объектов, а также возможность оперативного наполнения и настройки симуляторов для работы с новыми образцами сложной техники.

Компания осуществляет следующий комплекс услуг:

* Создание процедурных симуляторов - технических средств предоставления информации на основе имитации отдельных фрагментов тех или иных процессов,
* Создание комплексных симуляторов - технических средств предоставления информации и максимальной вовлеченности пользователя в ту или иную среду. Симуляторы самого высокого квалификационного уровня обладают полным набором средств, обеспечивающих адекватное воздействие на все каналы восприятия пользователя,
* Подбор и поставка под конкретные задачи очков дополненной реальности.

**Организационно-технологическое симулирование деятельности строительной организации**

**Лекция 2**

Применение симуляторов в строительствеуже имеют место в мире, но являются инновацией, если говорить об их интеграции в цельную экосистему, предназначенную для комплексного управления инвестиционно-строительным объектом. На рисунке 2 показан пример использования дополненной реальности для контроля смонтированной опалубки.



Рисунок 2 – контроль опалубочных работ с применением AR-технологий

Подобная коллаборация позволит оснастить ИСУ «Строительство» функционалом для синхронизации проектной документации со строительной площадкой в режиме реального времени при помощи мобильных устройств и очков типа Google Cardboard.

**Использование данного подхода позволит:**

**Улучшить практические навыки**

Формирование профессиональных компетенций и навыков управления технологическими процессами на опасных производственных объектах

**Повысить безопасность труда**

Получение целостного представления о технологии производства в безопасных условиях без выхода на рабочую площадку

**Обеспечить экономию затрат**

Сокращение материальных затрат на обучение в среднем на 50% (отсутствует необходимость закупать реальное оборудование и физические стенды в учебных и тренировочных целях, отправлять персонал на обучение с отрывом от производств и т.д.)

**Повышение интереса к процессу обучения**

Повышение интереса к процессу обучения и глубокое погружение в материал за счет внедрения в тренажеры игровых техник, виртуальной и дополненной реальности

В строительстве пока отсутствуют информационные технологии позволяющие создать на их базе цифровые тренажеры - симуляторы имитирующие деятельность персонала в процессе управления строительными проектами.

Одним из инструментов позволяющим повысить профессиональный уровень и улучшить слаженность работы проектной команды при управлении ИСП является система, представляющая собой симулятор – тренажер, разрабатываемый на базе специализированной информационной технологии.

Проведенный специалистами Донского государственного технического университета (ДГТУ) аудит систем управления ряда строительных организаций показал, что наряду с такими проблемами, как несовершенство системы ценообразования, отсутствия эффективного взаимодействия между участниками проекта существующими при управлении ИСП одним из основных факторов тормозящем внедрение инноваций в организацию и управление строительством является недостаточный квалификационный уровень инженерно-технических и управленческих работников связанный с отсутствием у них навыков коллективной-сетевой работы с использованием современных информационных технологий и баз данных.

Научная новизна рассматриваемой методики состоит в том, что симулятор- тренажер разрабатываемый на базе внедряемой в сферу управления ИСП информационной технологии ИСУ «Строительство» является обязательным элементом ее эффективного внедрения. Это обусловлено тем, что опытная эксплуатация отдельных подсистем ИСУ «Строительство» в строительных и проектных организациях Ростова-на-Дону позволила сделать вывод, что без предварительного обучения персонала сетевой работе в информационной среде на единой базе данных, внедрение таких многофункциональных программных продуктов практически невозможно. Либо приведет к длительному сроку ее внедрения и дополнительным неоправданным затратам.

Использование имитационной модели – симулятора может найти широкое применение в строительстве для подготовки и переподготовки персонала, участвующего в управлении ИСП.

Предлагаемая методология позволит моделировать различные варианты подготовки и принятия управленческих решений, на различных этапах и временных интервалах реализации ИСП.

Повышение квалификации специалистов в сфере управления ИСП становится особенно актуальным при реализации сложных инфраструктурных инвестиционно- строительных проектов, что обусловлено следующим.

* особенностями строительного производства (уникальность выпускаемой продукции, длительный цикл производства, стационарность и территориальная разобщенность объектов строительства и т.д.), что требует подготовки специалистов, которые могли бы достаточно быстро ориентироваться и реагировать на изменения, происходящие на строительной площадке;
* постоянным усложнением процессов создания строительной продукции за счет появления новых строительных материалов, технологий, оборудования и возрастающими требованиями к возводимым зданиям и сооружениям со стороны заказчиков;
* сокращением числа заказов и ростом конкуренции на подрядном рынке, что не позволяет равномерно загрузить производственные мощности многих строительной организации на длительный период планирования и содержать постоянный штат ИТР. Это приводит к необходимости за короткий период времени, после заключения контракта, провести комплектование проектной команды из специалистов разных профилей и подготовить их к согласованной работе по управлению ИСП;
* необходимостью преодоления так называемого «человеческого фактора» при внедрении в управление строительством информационных технологий класса ERP ориентированных при управлении ИСП на сетевую - коллективную работу специалистов с использованием единой информационной базы и возможностью расчета ключевых показателей эффективности (KPI) практически по каждому участнику проекта;
* внедрением в практику управления строительными проектами методологии «бережливое строительство» и системы информационного моделирования, основанной на технологии BIM.

В строительстве в настоящее время сложилась серьезная ситуация со специалистами в сфере применения BIM технологий. Данные опроса, проведенного Trimble среди проектных и строительных организаций РФ, показали, что уровень владения технологией BIM у выпускников вузов практически равен нулю. А согласно исследованиям цифровой трансформации жилищно-строительной отрасли финансового института развития «ДОМ. РФ», строительная индустрия уже нуждается в 50 тыс. специалистов по BIM, а к 2024 году эта цифра может составить 250 тыс [2].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что цифровизация строительства, внедрение методологии «бережливое строительство» и переход на систему моделирования BIM возможно только при наличии квалифицированных кадров.

С учетом наметившихся тенденций в производственной сфере возникла необходимость и в модернизации подготовки специалистов в вузах страны. Новым образовательным трендом является возможность для студента сформировать свою траекторию обучения с помощью искусственного интеллекта, восприятия образования как инвестиции в себя и усиления конкуренции между вузами и технологическими компаниями, которые вынуждены заниматься подготовкой кадров «под себя». Например, в качестве примера технологической компании, которая оказывает помощь в подготовке специалистов в сфере BIM моделирования можно рассматривать компанию PERI Россия**.** В тоже времявнедрение новых программ обучения в строительных ВУЗах страны освободило бы работодателей от необходимости тратить ресурсы на обучение и переподготовку специалистов.

Такая ситуация связана со сложившейся системой в сфере подготовки специалистов в вузах страны в том числе и строительного профиля:

* ориентации учебного процесса на определенный набор компетенций, который не позволяет сформировать у учащегося целостного системного представления о протекании производственных процессов и методах управления ими;
* отсутствия у учащегося возможности пройти полноценную производственную практику на крупных объектах строительства и тем более получить необходимые навыки управления ИСП.

Такой подход к подготовке специалистов приводит к тому, что после окончания университета при найме на работу в строительную или проектную организацию ему предлагают поработать на низкооплачиваемой работе, без обеспечения каких-либо гарантий на прохождение дополнительной переподготовки и последующего карьерного роста. Тем более во многих строительных организациях уровень профессиональных знаний персонала достаточно низкий и поучиться вновь принятому сотруднику, собственно, не у кого.

Выходом из создавшейся ситуации с получением практических знаний учащимися может послужить применение цифровых симуляторов – тренажеров, что позволит частично, а в некоторых случаях и полностью заменить практику.

В ДГТУ в настоящее время реализуется проектно-ориентированная образовательная программа подготовки и переподготовки специалистов в сфере управления инвестиционно-строительными проектами (ИСП), позволяющая повысить профессиональный уровень и улучшить слаженность работы проектной команды.

Одним из инструментов реализации «программы» является система, представляющая собой симулятор – тренажер, разрабатываемая на базе интеллектуальной системы управления строительством (ИСУ «Строительство») в основу, которой положена методология «бережливое строительство» и BIM моделирования.

ИСУ «Строительство» реализуется в составе подсистем, позволяющих моделировать управленческие процессы в следующих функциональных областях и соответствующим им подсистемам:

* подготовка строительного производства;
* оперативное управление объектом строительства;
* материально – техническое обеспечение объектов строительства;
* управление собственным производством железобетонных и металлических изделий;
* управление эксплуатацией машин и механизмов;
* управленческий учет и бюджетирование ИСП
* управления качеством выполняемых работ
* бухгалтерский учет.

Эффективность организации и управления строительным производством характеризуется потерями рабочего времени рабочих и строительных машин при реализации ИСП. Поэтому в качестве локального критерия оптимальности эффективности управления объектом строительства в ИСУ «Строительство» исходя из идеологии Lean принят совокупный уровень потерь времени (целосменных и внутрисменных простоев) возникший на объекте строительства z за определенный период времени.

(1)

где t – рабочий день; - период планирования; L – причины непроизводительных потерь; - соответственно простои рабочих и строительных машин ( потери не возобновляемых ресурсов) из-за l причины в t день.

Применение симулятора при управлении ИСП позволит обучающимся более полно изучить механизм управления проектами на стадиях проектирования и строительства, научиться работать в команде со специалистами разных профилей с применением современных информационных технологиях и использовать методологию Lean. Использование имитационной модели – симулятора может найти широкое применение в строительстве при подготовке и переподготовке инженерно-технического персонала, участвующего в управлении ИСП.

Предлагаемая нами методика позволяет моделировать различные варианты подготовки и принятия управленческих решениях на различных этапах и временных интервалах реализации ИСП с использованием ИСУ «Строительство». С этой целью осуществляется настройка программного обеспечения ИСУ «Строительство» под ту организационную структуру, которая принята на конкретном предприятии. Настройка программного обеспечения осуществляется путем разработки так, называемых автоматизированных рабочих мест (АРМ). АРМ — это программно-технический комплекс, позволяющий реализовать функции сотрудника определенного профиля. Например, инженер ПТО решает задачи планирования, производственного учета, строительного контроля и т.д., которые входят в состав разных подсистем. Поэтому при заработке АРМ осуществляется настройка программного обеспечения под те функции, которые вменяются конкретному сотруднику, в данном случае это инженер ПТО.

На рисунке представлены три возможных варианта использования имитационной модели – симулятора в проектных, строительных (генподрядных, субподрядных) организациях и на предприятиях по производству строительных материалов, конструкций и изделий.

Так, например, для имитации деятельности строительной организации со стандартной организационной структурой требуется набор следующих автоматизированных рабочих мест (АРМ) (рисунок 3):

* АРМ «Руководителя организации»;
* АРМ «Производителя работ»;
* АРМ «Инженера ПТО»;
* АРМ «Инженера МТО»;
* АРМ «Экономиста- аналитика»;
* АРМ «Сметчика»;
* АРМ «Бухгалтера».

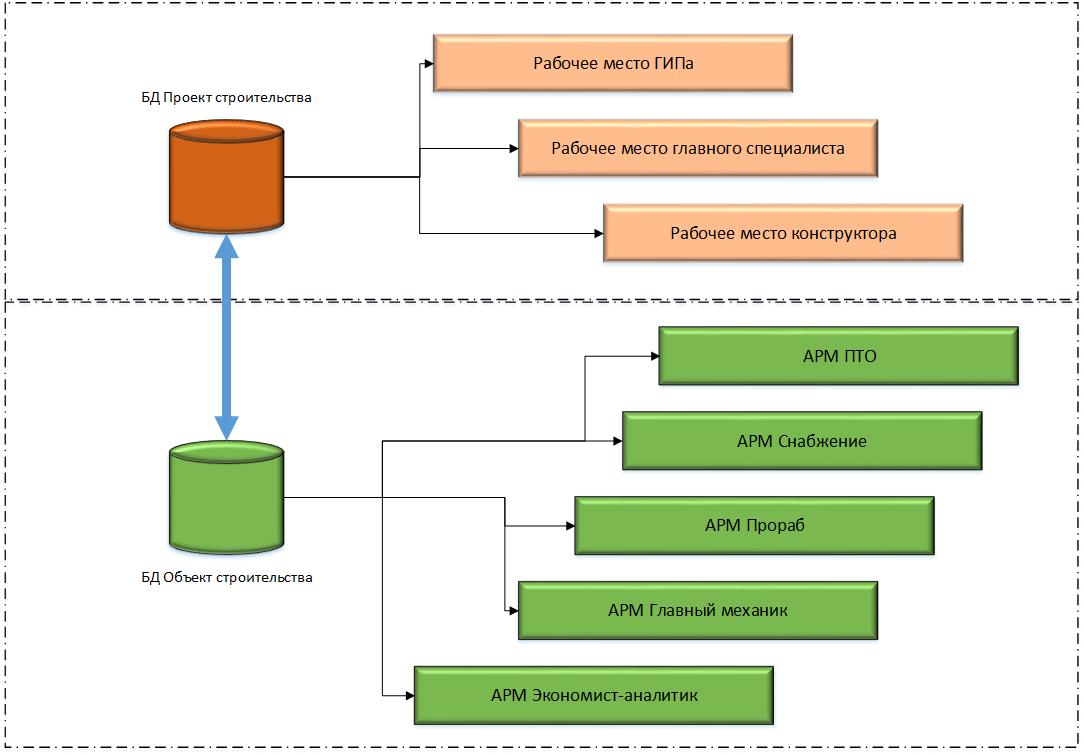


Рисунок 3 – Система имитационного моделирования деятельности предприятий строительного комплекса при управлении инвестиционно-строительными проектами

Для имитации деятельности проектной организации:

* АРМ «Руководителя организации»;
* АРМ «Главного инженера проекта»;
* АРМ «Главного специалиста»;
* АРМ «Конструктора – проектировщика»;
* АРМ «Сметчика-технолога»;
* АРМ «Разработчика ПОС»;
* АРМ «Бухгалтера».

Для имитации деятельности предприятия строительной индустрии:

* АРМ «Руководителя предприятия»
* АРМ «Плановика – экономиста»;
* АРМ «Инженера ПТО»;
* АРМ «Мастера цеха»;
* АРМ «Бухгалтера».

При отличии организационной структуры конкретной проектной, строительной организации или предприятия строительной индустрии от стандартной конфигурации осуществляется индивидуальная настройка информационной системы. Так, например, если в строительной организации используется много строительных машин и механизмов (собственных, арендованных, приобретенных в лизинг) то в набор АРМ включается АРМ «Инженера механика» и т.д.

Разрабатываемая информационная система для симуляции управления ИСП может быть интегрирована с системами управления заказчика – застройщика и различными специализированными информационными технологиями, например, системой трехмерного моделирования зданий и сооружений (REVIT), бухгалтерского учета (1С «Бухгалтерия»).

Важным элементом симулятора является информационное обеспечение, которое предполагает создание региональной информационной базы строительного рынка; баз данных проектов – аналогов для различных видов строительства; характеристик строительных организаций, на основе которых предполагается имитирование процессов реализации тех или иных ИСП.

База данных проекта – аналога состоит из информации, сгруппированной по иерархически организованной системе разузлования объекта строительства, Основным элементом данной системы служит конструктивный элемент, по которому группируется вся первичная информация характеризующая, как стадию проектирования, так и строительства. На стадии проектирования к конструктивному элементу осуществляется «привязка» проектной и рабочей документации (чертежи, спецификации, результаты прочностных расчетов, сметные фрагменты и т.п.)., а на стадии строительства исполнительной документации и документов характеризующих: фактические затраты труда рабочих (табели учета отработанного времени), строительных машин и механизмов (журналы работы строительных машин и механизмов), материальных ресурсов (товарно -транспортные накладные, акты списания материальных ресурсов) и т.п.

К настоящему времени нами накоплена информация и создана база данных объектов-аналогов по ряду реализованных проектов и база данных характеристик строительных организаций, участвовавших в управлении сложными инфраструктурными проектами.

Новизна рассматриваемого исследования состоит в том, что симулятор- тренажер разрабатываемый на базе информационной технологии ИСУ «Строительство» является обязательным элементом ее эффективного внедрения. Это обусловлено тем, что опытная эксплуатация отдельных программных модулей ИСУ «Строительство» в строительных и проектных организациях Ростова-на-Дону позволила сделать вывод о том, что без предварительного обучения персонала сетевой работе на единой базе данных, внедрение таких многофункциональных программных продуктов практически невозможно.

**Практические занятия. 32 часа**

**Симуляция деятельности проектных и строительных организаций.**

На практических занятиях осуществляется симуляция деятельности подрядной строительной организации на стадии оперативного управления объектом строительства.

Подсистема оперативного управления в ИСУ «Строительство» ориентирована: на разработку месячных и недельно-суточных планов производства работы, обеспечение сбора и обработку информации, характеризующей выполнение плановых заданий и причин, влияющих на их отклонение.

Разработка оперативных планов: месячного, недельно-суточного осуществляется инженером ПТО курирующий рассматриваемый объект строительства и который по существу является руководителем проекта. В процессе оперативного планирования используются данные объектного календарного плана и графиков движения бригад рабочих и СМиМ по объектам строительства.

Для обеспечения обратной связи с объектом строительства в подсистеме оперативного управления разработан программный комплекс – автоматизированное рабочее место производителя работ (АРМ «Прораб»).

Основной задачей АРМ «Прораб» является обеспечение достоверной первичной информацией систему управления объектом строительства в результате формирование БД «Оперативная информация».

АРМ «Прораб» позволяет прорабу или мастеру непосредственно на объекте строительства осуществлять ведение в цифровом виде: общего журнала производства работ, журнала работы строительных машин и механизмов, табеля отработанного времени рабочими, журнала внутрисменных потерь рабочего времени, реестра накладных на материальные ресурсы, реестра актов скрытых работ и т.д.

АРМ «Прораб» позволяет прорабу или мастеру непосредственно на объекте строительства осуществлять ведение в цифровом виде (рисунок 4):

* общий журнал производства работ;
* табель учета рабочего времени рабочих;
* журнал работы строительных машин и механизмов;
* акты освидетельствования скрытых работ;
* реестр накладных материальных ресурсов, поступивших на объект.

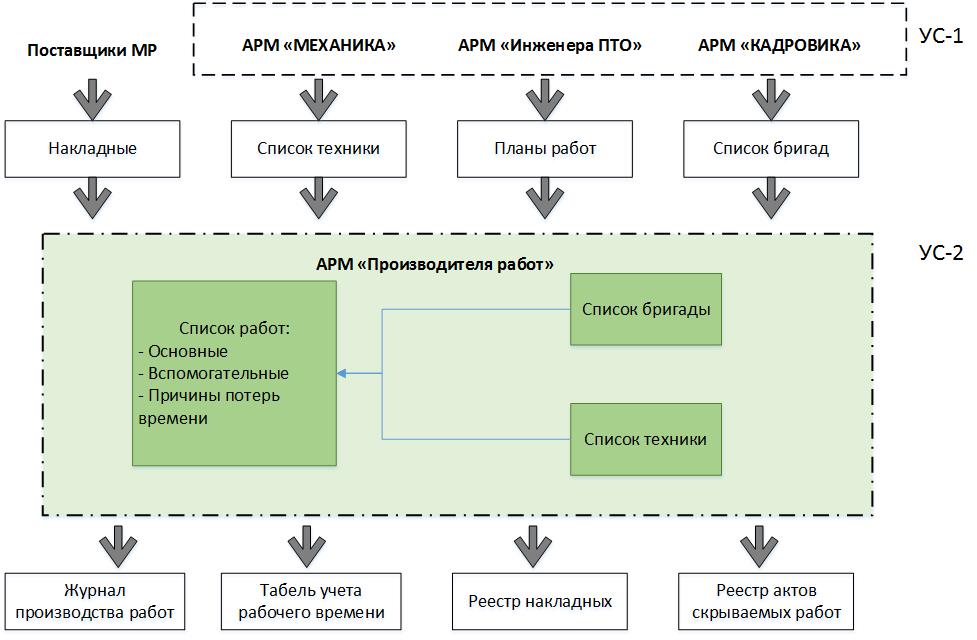


Рисунок 4 – Принципиальная схема обмена информацией между контурами управления в АРМ «Прораб»

Основным документом, является общий журнал производства работ, который содержит перечень работ и процессов, разделенных на четыре группы:

К основным производительным затратам относятся работы, включенные в состав ПСД и на основании которых заключен контракт на строительство объекта.

К вспомогательным относятся погрузочно – разгрузочные работы, работы по уборке и расчистке строительной площадки, например, уборка снега, водопонижение и т.п.

Непредвиденные работыэто работы, которые не были включены по каким-либо причинам в проектно-сметную документацию и были выявлены уже в процессе производстве работ.

Потери рабочего времени это внутрисменные и целосменные простои рабочих и строительной техники. К ним можно отнести: отсутствие материалов, строительной техники, поломка строительной техники, неблагоприятные погодные условия и т.п.

По работам по проекту в окне ввода информации (рисунок 4.6) показаны: проектный объем, остаточный объем на начало месяца, состояние выполнения работ по проекту в %. Процент выполнения заносит прораб на основании своей экспертной оценки при окончании смены.

При фиксации 100% выполнения работы, по КЭ, разрабатывается акт скрытых работ. При наличии акта на следующий день руководитель проекта в АРМ «Инженера ПТО» осуществляет списание материалов по форме аналогичной М29, но с привязкой к товарно-транспортных накладных.

Процесс занесения информации в АРМ «Прораб» заключается в следующем:

- активируется очередная строка с данными по выбранному рабочему из списка и одновременно на экране появляется окно ввода информации (см. рисунок);

- в окне ввода информации проставляется число часов работы рабочего и указывается работа, на которой он работал. В системе предусмотрена возможность работы рабочего в течение смены на трех работах;

- после ввода данных по работам в соответствии с ПСД осуществляется ввод отработанного времени по вспомогательным, непредвиденным, и работам по устранению брака, а так же потери рабочего времени (внутрисменные простои) с указанием причин, которые выбираются из классификатора;

- на основании введенных данных осуществляется группировка, и агрегирование фактических трудозатрат по видам работ и причинам внутрисменных простоев;

- в результате определяется фактическая трудоемкость соответствующая фактической мощности бригады по выполненным работам за смену, которая может больше или меньше планируемой мощности бригады определенной на начало смены;

- трудозатраты по работам на которых работал рабочий в течении смены автоматически отражаются в табеле учета отработанного времени.

Аналогично по такой же технологии осуществляется ввод информации по использованию на объекте строительных машин и механизмов. В этом случае вместо табеля используется график работы строительных машин и механизмов, закрепленных за объектом строительства.

Отдельно на объекте ведется журнал внутрисменных и целосменных простоев рабочих и строительной техники с указанием их величин и причин.

Прораб обязан в конце рабочей смены «закрыть» баланс рабочего времени по рабочим и строительным машинам, чтобы фактический фонд рабочего времени соответствовал плановому. Таким образом, прораб ежедневно осуществляет «самофотографию» рабочего дня на строительной площадке, в результате чего формируется детальная информация характеризующая использование рабочего времени и выполнение объемов работ, которая в систематизированном виде заносится в БД «Оперативная информация».

Аналогично по такой же технологии осуществляется ввод информации по использованию на объекте строительных машин и механизмов. В этом случае вместо табеля используется график работы строительных машин и механизмов, закрепленных за объектом строительства.

На основании информации зафиксированной в первичных документах на объекте строительства (реестра накладных, сертификатов соответствия, паспортов материальных ресурсов и т.п.) и результатов проведенных испытаний качества использованных материалов осуществляется формирование акта освидетельствования скрытых работ, который по существу является сертификатом подтверждающим качество этих работ.

Предлагаемая технология обработки информации позволяет по любому КЭ или единице смонтированного оборудования, иметь полную информацию: о сроках и исполнителях работ, погодных условиях, применяемой строительной техники, применяемых материалах и их поставщиков и т.п.

Накопление в систематизированном виде (в соответствующих журналах) приведенных данных позволяет создать непротиворечивую базу данных электронных документов, хранящуюся как у подрядчика так и заказчика.

Объемы работ, фактические затраты труда рабочих, фактическая продолжительность работы строительных машин зафиксированные в соответствующих журналах и документах журнале группируются по конструктивным элементам (КЭ).

**Практические занятия** представляют собой симуляцию деятельности строительной организации на стадии оперативного управления путем решения взаимосвязанных задач в соответствии с заданным алгоритмом.

**Исходные данные.**

В процессе симуляции учащемуся предлагается использовать проект –аналог по объекту –представителю заданному в 1 семестре, по которому задаются: место и сроки его строительства и (или) проектирования, интервал планирования на котором осуществляется имитация деятельности подрядной строительной организации. Эти параметры могут определяться, как самим учащимся, так и задаваться преподавателем. Симуляция может включать решение управленческих задач по всем или нескольким функциональным областям, приведенным выше.

По объекту – представителю учащийся на основании КП и информации о ходе строительства подготавливает необходимые данные для работы в информационной среде симулятора:

- перечень конструктивных элементов и работ с объемными характеристиками, выполняемых на объекте, на заданном интервале планирования (интервал имитации): месяц, неделя, смена;

- численный и квалификационный состав бригады;

- табель отработанного рабочего времени бригады:

- внутрисменные простои, возникшие на интервале имитации с указанием причин;

**Разработка** месячного и недельно-суточного планов осуществляется в результате взаимодействия следующих АРМ.

- АРМ «Главного инженера»

- АРМ «Кадровика»

- АРМ «Механика»;

- АРМ «Инженера отдела снабжения»;

- АРМ «Прораба»

Разработка непосредственно оперативных планов осуществляется руководителем проекта с использованием АРМ «Инженера ПТО».

Алгоритм выработки управленческих решений на стадии разработки месячного и недельно-суточного планов производства работ представлен в виде блок-схемы (рисунок 5).

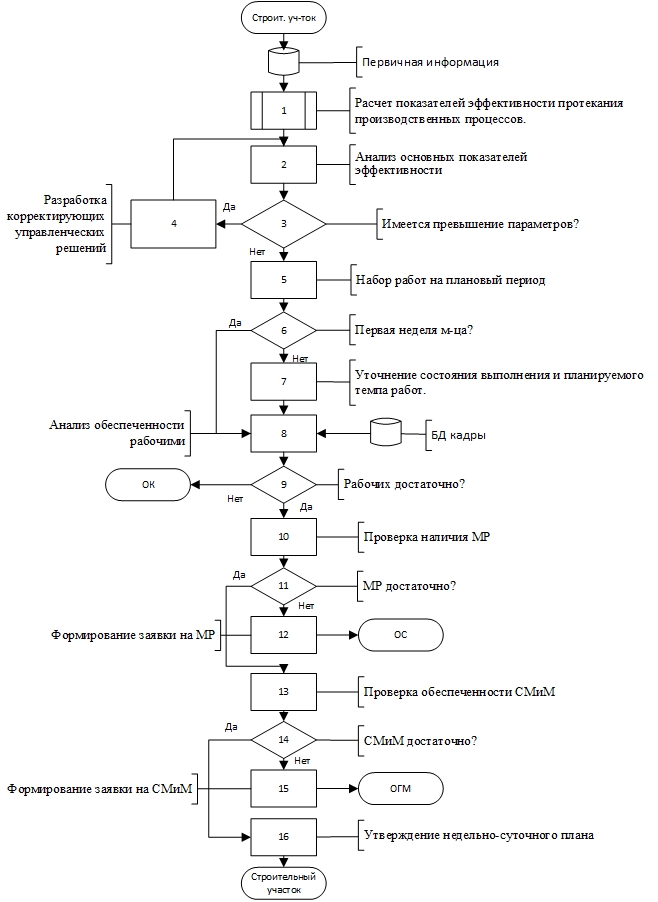


Рисунок 5 - Блок-схема алгоритма разработки недельно-суточного плана производства работ

1. На основании БД «Оперативная информация» подготовленную в АРМ «Прораб», содержащую ежесменную детальную информации о ходе производства работ, руководитель проекта с использование моделей программного комплекса «Прогнозирование» осуществляет расчет отклонений от запланированного темпа работ и уровня ритмичности производства работ**.**

2. Руководитель проекта на основании анализа полученных данных делает заключение о необходимости или нет выработки корректирующих действий.

3. Корректирующими действиями могут быть: повышение темпа работ за счет привлечения дополнительных ресурсов типа «мощность», корректировка, например, запараллеливание ряда работ и т.п. При оптимизации организационно-технологической модели особое внимание уделяется работам критического пути.

4. После выполнения перечисленных процедур руководитель проекта осуществляет набор работ на очередной месяц, который заключается в определении на основании КП состава работ, попадающих в границы заданного периода планирования.

5. Информация по отобранным работам руководителем проекта заносится в «шаблон», который представляет собой цифровой журнал - расширенный вариант общего журнала производства работ.

6. Руководителем проекта осуществляется проверка ресурсного обеспечения набранных объемов работ: материальными ресурсами (МР), трудовыми ресурсами и строительными машинами, и механизмами (СМиМ).

7. Обеспеченность МР проверяется на основании анализа их остатков на приобъектном и центральном складах.

8. При недостатке тех или иных МР руководитель проекта формирует заявку (с учетом поддержания необходимого страхового запаса) в отдел снабжения, где инженер по снабжению определяет источник покрытия дефицита: закупка у внешних поставщиков или внутреннее перемещение с других объектов строительной организации.

9. При возможном дефиците рабочих тех или иных специальностей руководитель проекта формирует заявку в отдел кадров.

10. Наличие и возможный дефицит СМиМ при производстве работ в текущем месяце оценивается руководителем проекта на основании данных ППР и графика движения СМиМ.

11. При необеспеченности объекта теми или иными СМиМ руководитель проекта готовит заявку в отдел главного механика, где принимается решение либо о перебазировании строительной техники с других объектов, либо о возможности взятия техники в аренду.

12. При невозможности обеспечения объекта теми или иными ресурсами, руководством строительной организации принимается решение о временной приостановке работ на данном объекте и перевода рабочих и СМиМ на другие объекты.

Процедуры разработки недельно-суточного плана во многом аналогичны тем, что используются на стадии месячного планирования. Отличие состоит только в том, что при прогнозировании параметров производственного процесса используется информация за предыдущие недельные интервалы планирования, а именно, при разработке плана на вторую неделю используется фактическая информация первой недели, третьей –первой и второй, четвертой – трех предыдущих недель. Такой подход обеспечивает своевременное выявление и принятие более «мягких» корректирующих действий по приведению системы управления к исходному состоянию.