

Научная статья
УДК 377.169.3
DOI: 10.20323/1813-145X-2024-6-141-167
EDN: PEZCHI

Фактор-импульсы самоорганизации будущих инженеров как средство формирования информационных компетенций

**Андрей Анатольевич Маслов¹, Евгений Иванович Смирнов²,
Сергей Александрович Тихомиров³**

¹Старший преподаватель, Ярославский филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I. 150030, г. Ярославль, Суздальское шоссе, д. 13

²Доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой математического анализа, теории и методики преподавания математики, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108/1

³Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры геометрии и алгебры, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. 150000, г. Ярославль, ул. Республиканская, д. 108/1

¹AndreyAMaslov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2084-3609>

²smiei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8780-7186>

³satikhomirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7409-8464>

Аннотация. В статье рассматриваются задачи самоорганизации когнитивной деятельности будущих инженеров в иммерсивной среде в условиях действия факторов нелинейности и стохастичности внешних воздействий. Будущий инженер должен адекватно реагировать на изменения реальности нелинейного мира вокруг создаваемого продукта или технологии и прогнозировать возможности и функционал воздействия точек бифуркации, флуктуаций и предельных аттракторов трансформации своего проекта. Цель статьи: теоретически обосновать и разработать технологию создания обучающих тренажеров информационных сред виртуальной реальности как средства формирования информационных компетенций будущих инженеров на основе выявления фактор-импульсов самоорганизации. В ходе исследования выявлены фактор-импульсы самоорганизации будущих инженеров в проектировании обучающих тренажеров в виртуальной среде; обоснованы особенности реализации теории наглядного моделирования и фундирования опыта личности в проектировании виртуальных сред; уточнены особенности применения методов имитационного моделирования и таймера обратного отсчёта FixedUpdate в технологиях виртуальной реальности. Определены задачи и выявлены этапы имитационного моделирования в виртуальной реальности; определены характеристики информационной компетентности будущих инженеров; приводится пример самоорганизации будущих инженеров, реализованный в Unity 3D имитационной модели таймера обратного отсчёта времени, оставшегося до открытия железнодорожного переезда по фактическим параметрам движения поезда.

Ключевые слова: информационная компетентность; подготовка будущего инженера; программа Unity 3D; обучающий тренажёр; технология виртуальной реальности; имитационное моделирование

Для цитирования: Маслов А. А., Смирнов Е. И., Тихомиров С. А. Фактор-импульсы самоорганизации будущих инженеров как средство формирования информационных компетенций // Ярославский педагогический вестник. 2024. № 6 (141). С. 167–177. <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2024-6-141-167>. <https://elibrary.ru/PEZCHI>

Original article

Factor-impulses of future engineer's self-organization as a means of forming information competencies when creating virtual reality training simulators

Andrey A. Maslov¹, Eugeny I. Smirnov², Sergey A. Tikhomirov³

¹Senior lecturer, Yaroslavl branch of the Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university. 150030, Yaroslavl, Suzdalskoe highway, 13

²Doctor of pedagogical sciences, professor, head of department of mathematical analysis, theory and methods of teaching mathematics, Yaroslavl state pedagogical University named after K. D. Ushinsky. 150000, Yaroslavl, Respublikaskaya st., 108/1

³Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor at department of geometry and algebra, Yaroslavl state pedagogical university named after K. D. Ushinsky. 150000, Yaroslavl, Respublikaskaya st., 108/1

¹AndreyAMaslov@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2084-3609>

²smiei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8780-7186>

³satikhomirov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7409-8464>

Abstract. The paradigm formation of post-non-classical rationality in modern education of future engineers poses the self-organization task of student's cognitive activity under the external influence of nonlinearity and stochasticity factors. The future engineer must adequately respond to changes in the reality of nonlinear world around the product or technology being created and predict the possibilities and functionality of bifurcation points impact, fluctuations and limiting attractors of his project transformation. The most important role is played by the level and severity of student's information competencies in creating a virtual reality of manipulating processes for a future product. In the article the post-non-classical paradigm is implemented in future engineers training, theory of visual modeling and personal experience founding, methods of simulation modeling and FixedUpdate countdown timer. Tasks are defined and stages of simulation modeling in virtual reality are identified; factor impulses of student's self-organization and characteristics of future engineer's information competence are determined; an example of a countdown timer implemented in Unity 3D is given for the countdown timer remaining before the opening of a railway crossing according to the actual parameters of train movement.

Key words: information competence; future engineer's training; Unity 3D program; training simulator; virtual reality technology; simulation modeling

For citation: Maslov A. A., Smirnov E. I., Tikhomirov S. A. Factor-impulses of future engineer's self-organization as a means of forming information competencies when creating virtual reality training simulators. *Yaroslavl pedagogical bulletin*. 2024; (6): 167-177 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2024-6-141-167>. <https://elibrary.ru/PEZCHI>

Введение

Иммерсивные технологии в современном образовании (как в России, так и за рубежом) становятся трендом и средством актуализации личностных предпочтений индивидуума. Ученые-исследователи в области педагогических технологий [Сердюкова, 2024] обращают внимание на иммерсивность как комплекс взаимосвязанных ощущений человека, находящегося в виртуальном трехмерном пространстве, с возможностью разнообразных манипуляций: смены систем координат, оптических преобразований, масштабирования ротации виртуальных объектов, изменения цветовой насыщенности и т. д. [Азевич, 2020]. Богатство представления реального мира, возможность многослойной трансформации виртуального объема с дополнительными параметрами сложности и уровневости становятся средством погружения обучающегося в мир устройств виртуальной (virtual reality, VR) и дополненной реальности (augmented reality, AR). При этом в обучении становится популярной смешанная реальность (mixed reality, MR), которая совмещает возможности шлема-VR и внешней видеокамеры, позволяющие использовать разнообразие применяемых средств для виртуального мира. Технологически это включает

в содержание средств иммерсивного обучения пространственную визуализацию и имитационное моделирование [Муравьева, 2023]. Однако проблемы освоения стохастического и нелинейного мира, адекватность представления образовательной среды, равно как и учет личностных предпочтений ставят задачи актуализации механизмов самоорганизации личности в управлении инструментальными средствами интеграции реального и виртуального мира.

Возможности трансформации области инженерных знаний и рост прикладного потенциала определяются нарративами тенденций инновационного развития современной цивилизации, что «требует системного анализа его современного состояния с учетом будущих задач преобразования технической и социальной среды, выявления механизмов интеграции различных форм инженерного знания» [Шухова, 2004, с. 114]. В теоретических исследованиях реализации постнеклассической парадигмы [Лескова, 2021; Severin, 2021] *стандартное понимание деталей и компонентов заменяется представлением об обобщенной структуре теории самоорганизации*, основанной на выявлении базисных конструктов. Это соответствует категории инноваций «фрейма теорий, объединяющего целые группы теорий, которые построены по единому

парадигматическому образцу» [Горохов, 2013, с. 14]. Реализация обобщенных конструктов является основной при проектировании программного и технологического продуктов, выводящих обучающихся на уровень самоорганизации. Обобщенные требования и инструкции к формированию когнитивных функций информационных компетенций студентов создают интеллектуальную основу для *самоорганизации обучающегося* [Рубинштейн, 1958] и *практико-ориентированных действий программирования, основанных на наглядном моделировании* [Смирнов, 2024].

В основе самоорганизации будущего инженера в освоении виртуальной реальности лежат модулы фундирования опыта, оснащенные механизмами педагогической поддержки и когерентной деятельности студентов в насыщенной информационно-образовательной среде.

Таким образом, в данной статье необходимо теоретически обосновать и разработать технологию создания обучающих тренажеров информационных сред виртуальной реальности как средства формирования информационных компетенций будущих инженеров. С этой целью будут выявлены и обоснованы фактор-импульсы самоорганизации на основе освоения обобщенных конструктов когнитивной деятельности, выявления сущности и закономерностей эффективного освоения компонентов виртуальной среды.

Поставленная цель конкретизируется в задачах:

- уточнить компоненты фактор-импульсов самоорганизации в процессе конструирования имитационных информационных сред и характеристик информационной компетентности будущих инженеров в конструировании виртуальных сред;

- выявить особенности реализации концепций наглядного моделирования в проектировании виртуальных сред;

- реализовать теоретические и технологические концепты самоорганизации будущих инженеров в информационной среде Unity 3D имитационного моделирования.

Теоретическая база. В постнеклассическую эпоху принципиально меняется социальный и культурный контекст инженерной деятельности [Багдасарьян, 2010, с. 24]. В связи с этой тенденцией особую актуальность приобретает проблема разработки теорий и технологий самоорганизации когнитивной и творческой деятельности будущих инженеров с эффектом формирования информационной компетентности. Решение этой

проблемы непосредственно связано с развитием субъектности обучающихся в насыщенной информационно-образовательной среде, гарантирующей их готовность к инновационной деятельности и осуществлению процесса саморазвития в изменяющихся внешних условиях нелинейного мира. Технологии иммерсивного обучения, обоснования и применения устройств виртуальной и дополненной реальности раскрываются в работах А. И. Азевича (2020), М. С. Эльберга (2017), В. В. Селиванова (2014), А. А. Маслова (2023), А. А. Муравьевой (2023). Особенности реформ в инженерном образовании отмечают Н. В. Уварина (2022), В. Г. Горохов (2013), L. Tongxin (2023), Е. М. Шухова. Процессы понимания и адекватности отражения сложного конструирования средствами наглядного моделирования в проектно-инженерной деятельности создают творческую среду когнитивной деятельности и самоорганизации студентов в анализе предметного содержания в виртуальной среде.

Проблемы самоорганизации обучающихся рассматриваются в работах В. С. Абатуровой (2013), Н. Г. Багдасарьяна (2010), S. N. Dvoryatkina (2021), Т. С. Поповой (2020, 2004). При этом акцент на интеграцию межпредметной деятельности (информатика, математика, естественные науки) способствует проявлению процессов обобщения на основе механизма становления фундирующих конструктов личностного опыта (Попова, 2022). Вопросы наглядного моделирования и фундирования опыта личности освещаются в работах Т. С. Поповой (2016, 2022), J. Santos (2019), А. Д. Уварова (2024).

Методы исследования

В исследовании применялись следующие методы: наглядного моделирования применительно к профессиональной подготовке будущих инженеров (для выявления этапов реализации обобщенных приемов проектирования виртуальных сред и обоснования выявленных конструктов); методы контент-анализа (для выявления обоснованных особенностей содержания фактор-импульсов самоорганизации будущих инженеров в конструировании виртуальных сред); методы математического и компьютерного моделирования (для выявления механизмов и инструментов создания обучающих тренажеров в виртуальной среде профессиональной подготовки будущих инженеров).

Результаты исследования

Философские концепции М. Хайдеггера, Э. Фромма о сущности модусов бытия и фундирования в развитии личности реально отражаются на категориальном содержании феномена становления фундирующих модусов в педагогике. А именно, становление «*фундирующих модусов развития информационной компетентности будущего инженера – это способы проявления и выраженности поэтапного становления сущности личностных трансформаций обучающегося в результате информационно-цифрового взаимодействия внешней управляющей среды и внутреннего состояния личности в направлении решения профессионально-ориентированных задач*» [Абатурова, 2013, с. 111].

Предметом настоящего исследования является состояние и динамика формирования информационных компетенций обучающегося в процессе конструирования виртуальной реальности в ходе запуска и становления фактор-импульсов самоорганизации когнитивной деятельности. Определяемый конструкт (фактор-импульсы самоорганизации когнитивной деятельности) как педагогический феномен представляет собой комплекс устойчивых базовых стимулов к самостоятельной организации внутренних действий обучающихся, способствующих их функциональной и продуктивной выраженности в когнитивной деятельности.

Анализ различных работ [Tongxin, 2023, Смирнов, 2024, Santos, 2019] позволяет сформулировать сущность *информационной компетентности* в процессах имитационного моделирования как способность личности в выраженной возможности проявления умений самостоятельно приобретать, применять и преобразовывать информацию и актуализировать модусы личностной значимости на основе их обобщающего раскрытия. При этом реализация информационно-цифровой сущности имитационного моделирования в ходе интерактивной коммуникации и самоорганизации с решением профессиональных задач способствует самоактуализации и творческой выраженности индивидуума [Dvoryatkina, 2021]:

Нами выделяется следующая *структурная характеристика компонентов развития познавательной самостоятельности будущих инженеров* в освоении математико-цифровых основ виртуальной реальности посредством запуска фактор-импульсов самоорганизации:

– освоение позитивных образцов – эталонов успешности обобщенных действий проектирова-

ния виртуальной реальности и возможности раскрытия процессов самоорганизации обучающегося на основе актуализации личностных предпочтений;

– необходимость коммуникации с другими участниками исследования познавательных задач виртуальной реальности на основе фундирования опыта и учета личностных предпочтений как способов актуализации фокус-центров когнитивных трансформаций;

– конструирование наглядно-цифровых моделей сложных систем и знаний на основе актуализации фокус-центров когнитивных трансформаций студентов: педагогическая поддержка эмоционального отклика студентов на проявление прикладного эффекта с учетом выраженности личностных предпочтений;

– актуализация обобщенных конструктов, правил и ценностей освоения наглядно-цифровых моделей виртуальной реальности, в том числе нечетких множеств и логики, фрактальных структур, нелинейной динамики и стохастических процессов, элементов искусственно-го интеллекта и т. п.

Выделим следующее содержание уровней развития познавательной самостоятельности будущих инженеров в иммерсивной деятельности (Smirnov, 2024):

– *самостоятельная активность* – выраженность консолидации внутренних механизмов обучающихся в области самостоятельного решения поставленных задач на основе коммуникаций и диалога культур. Показатели качества: направленность внешних стимулов на достижение цели; выраженность личностного смысла освоения компонентов иммерсивной деятельности;

– *самоорганизация* когнитивной деятельности будущих инженеров требует высокого уровня развития мотивационной сферы, множественности целеполагания и осмысления в решении профессионально-ориентированных заданий. Будущие инженеры самостоятельно определяют содержание деятельности на основе поиска и отбора учебной информации по конструированию виртуальной реальности в рамках общей постановки проблемы. Показатели качества освоения данного уровня: симбиоз математического и компьютерного моделирования; множественность целеполагания компонентов обучающих сред виртуальной реальности; оценка результатов и рефлексивной деятельности;

– *самоопределение и самоконтроль* требуют рефлексивного анализа побуждений личности и

актуализации багажа когнитивных механизмов конструирования и планирования, выстраивания наглядных моделей движения к проявлению сущности и ее компонентного состава, поиска эмерджентных проявлений и возможности становления «побочных» продуктов творческой деятельности. Показателями качества освоения данного уровня являются теоретические концепты и практические конструкты виртуальной реальности, пробуждение интереса будущих инженеров к процессу имитационного моделирования в виртуальной среде и рефлексия когнитивной деятельности.

Одним из основополагающих внешних стимулов самоорганизации будущих инженеров в иммерсивной деятельности является выраженность и направленность педагогической поддержки, которая помогает обучающемуся корректировать и преодолевать трудности в освоении виртуальных инструментов для решения практико-ориентированного задания.

Одним из важных теоретических концептов и механизмов развития самоорганизации студентов в когнитивной деятельности имитационного моделирования является метод и технология наглядного моделирования [Попова, 2020; Абатурова, 2013]. Особенности *наглядного моделирования* в динамике функционирования виртуальной среды в контексте обучения будущих инженеров проявляются в множественности целеполагания, выстраивания сущностно определяемых этапов имитационного моделирования, получении устойчивого результата внутренних действий обучающихся и эффектов понимания на основе математико-информационного моделирования. Средствами самоорганизации будущих инженеров могут выступать интерактивное взаимодействие, комплекс коммуникативных сред, работа в малых коллективах в насыщенной информационно-образовательной среде. На рис. 1 представлена адекватность параметров и структуры наглядного моделирования как педагогической технологии и практической деятельности



Рис. 1. Аналогия процессов наглядного моделирования и работы оператора в виртуальных средах. Примечание:

АСУ – автоматические системы управления; ООУД – ориентировочная основа учебной деятельности

В практике обучения интеграции математического и компьютерного моделирования в виртуальной среде выделяются адекватные функции наглядности [Санина, 2016]: когнитивная, моделирующая, феноменологическая, эстетическая. Технологической целью реализации первой функции является формирование адекватного виртуального когнитивного образа объектов и процессов в имитационном моделировании от проявления признаков и сценариев – к выявлению сущности процесса на основе адекватного симбиоза математических и компьютерных моделей. При реализации второй функции средства и приемы визуализации наглядных моделей имитационного моделирования интегрируются в единую целостность в процессе решения профессионально-ориентированных заданий. Суть третьей функции наглядного моделирования заключается в актуализации взаимопереходов знаковых систем в аспекте восприятия объектов виртуальной реальности. При этом будут задействованы пять модальностей восприятия: знаково-символическая, образно-геометрическая, вербальная, дигитальная и конкретно-деятельностная [Попова, 2016].

Четвертая функция опирается на процессы актуализации формальной красоты и гармонии виртуальных конструктов, логическая целостность и выраженность эмоционально-волевой сферы личности. Благодаря наглядному моделированию в контексте чувственной выраженности становится понятной суть решения практико-ориентированной картины изучаемого процесса виртуальных компонентов информационно-образовательной среды.

Развертывание процессов имитационного моделирования в иммерсивной среде претерпевает ряд фундирующих этапов:

- *мотивационный* (поиск и выявление внутренних существенных связей, красоты и единства имитационных моделей виртуальной реальности; поиск и анализ этапов самоорганизации, самоопределения и самоактуализация студентов в контексте актуализации механизмов научного стиля мышления);

- *информационной насыщенности* (представление компонентов виртуальной среды имитационного моделирования наглядных моделей фундирующих процедур; выявление существенных связей и преемственности модусов обобщений, выделение и фиксация значимых и целостных учебных конструктов);

– *содержательно-процессуальный* (актуализация развертывания спиралей и кластеров фундирования опыта когнитивной деятельности в виртуальной среде, технологические процедуры конструирования будущими инженерами процессов интеграции предметного содержания математики и информатики в ходе развертывания этапов и приемов когнитивной деятельности. При этом реализуются локальные, модульные и глобальные проявления фундирующих процедур постижения конструктов виртуальной реальности [Dvoryatkina, 2021]);

– *коррекционный* (диагностика и контроль процедуры имитационного моделирования в виртуальной среде, рефлексия эффективности технологических процедур конструирования компонентов иммерсивной среды, уточнение уровней освоения сущности и этапов развертывания спиралей и кластеров фундирования).

Под *имитационным моделированием* будем понимать разработку модели проведения экспериментов с помощью компьютерного моделирования или симуляции в виртуальном пространстве. Такая виртуальная возможность является важной для организации квазипрофессиональной деятельности при выполнении сложных задач в будущей профессиональной деятельности с прогнозируемыми последствиями [Корнеева, 2022]. Технология реализации иммерсивных сред имеет следующие характеристики: «1) создание средствами программирования трехмерных изображений объектов, максимально приближенных к реальным, моделей реальных предметов, подобных голографическим; 2) возможность анимации (субъект в виртуальном пространстве может передвигаться, присутствует возможность осмотреть объект с различных сторон, “полетать” во вселенной, “передвигаться” внутри биологической клетки и т. п.); 3) сетевая обработка данных, осуществляемая в режиме реального времени (действия субъекта, например, его движения, изменение наклона головы, меняют изображение предмета и др.); 4) создание средствами программирования эффекта присутствия (presence) (ощущение человеком иллюзии содействия в искусственно созданной информационной реальности с предметами и/или субъектами)» [Селиванов].

При этом нами выявляются следующие *фактор-импульсы самоорганизации будущих инженеров* в процессе имитационного моделирования в виртуальной среде представления и решения практико-ориентированных заданий:

– актуализация образов и эталонов имитационного моделирования *обобщенных конструктов* сложных систем (включение в сложную деятельность);

– актуализация *обобщенных правил и ценностей* организации процесса имитационного моделирования в конструировании виртуальных сред способом предъявления наглядно-цифровых моделей сложных систем и знаний;

– *диалог культур* как средство развертывания интегративных и когерентных процессов социального и ментального взаимодействия обучающихся в насыщенной иммерсивной среде;

– *педагогическая поддержка* процессов конструирования виртуальных сред на основе актуализации образцов и эталонов успешной деятельности и вариативности технологических приемов и конструкций имитационного моделирования.

Конкретный пример практико-ориентированного задания для малой группы студентов показывает развертывание этапов фундирующих процедур имитационного моделирования в иммерсивной среде с актуализацией фактор-импульсов самоорганизации будущих инженеров. А именно, рассматривается визуализация проблемы имитационного моделирования в виртуальной среде, определяющая первый *мотивационный этап* создания виртуального тренажёра, когда студенты осознают сущность проблемной зоны, определяют значимые компоненты и средства поддержки процесса, актуализируют готовность к конкретным видам когнитивной деятельности и личностные предпочтения в направлении самоактуализации. Студентам предъявляется готовая 3D-модель автоматического железнодорожного шлагбаума перед загрузкой в программу Unity 3D для дальнейшей обработки сценария работы автоматического шлагбаума.

Второй этап *информационной насыщенности* в иммерсивной среде актуализируется распределением ролей в малой группе, выявлением существенных связей и преемственности в компонентах проблемной зоны, проектированием и имитационным моделированием наглядных моделей фундирующих процедур представления учебных элементов виртуальной среды. Традиционно одно из направлений внедрения виртуальных обучающих тренажёров в обучение связано с наличием профессионально разработанных технологий, а второе – разработка авторских виртуальных обучающих тренажёров силами самих студентов. В первом случае обучающиеся осваивают кон-

кретные информационные компетенции по жёстко заданному в сценарии алгоритму в соответствии с базисом будущей профессиональной деятельности (отработка элементов деятельности путем их многократного повторения), во втором случае студентам предстоит освоить комплекс информационных компетенций, обусловленный особенностями задач, которые приходится решать при освоении иммерсивных технологий как таковых, то есть без привязки к специальным дисциплинам и профессиональным модулям (готовность к множественному целеполаганию инженерных решений на основе прогноза, учета рисков и устойчивости результатов; способность к конструированию в иммерсивной среде; наглядное моделирование и учет развертывания фундирующих модусов вскрытия сущности процессов и т. п.). На третьем, *содержательно-процессуальном этапе*, реализуется математико-информационная деятельность будущих инженеров средствами проектирования и актуализации развертывания спиралей и кластеров фундирования опыта имитационного моделирования в виртуальной среде. Одним из возможных способов использования программы Unity 3D для создания обучающего тренажёра на базе технологии виртуальной реальности силами студентов является имитационное моделирование и возможность осуществления четвертого этапа самоорганизации – *коррекционного*. Имитационное моделирование применяется, когда невозможно построить аналитическую модель системы, учитывающую причинные связи, последствия, нелинейности, стохастические переменные, когда необходимо имитировать поведение системы во времени, рассматривая различные возможные сценарии её развития при изменении внешних и внутренних условий [Эльберг, 2017].

Пример. В качестве примера рассмотрим созданный обучающимися в малой группе (6-7 студентов) в рамках проектно-исследовательской деятельности (направление подготовки: 270203 «Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте)») «Проект устройства оповещения оставшегося времени до открытия железнодорожного переезда по фактическим параметрам движения поезда» как образец студенческого научно-исследовательского проекта, выполненного методом имитационного моделирования в программе Unity 3D для дальнейшего использования в VR-шлеме.

Цель исследования: разработать имитационную модель управления устройством оповеще-

ния оставшегося времени до открытия/закрытия железнодорожного переезда по фактическим параметрам движения подвижного состава (таймером обратного отсчёта времени открытого/закрытого состояния переезда) в пределах регулируемого железнодорожного переезда.

Задачи исследования:

- выявить тенденции технологии оповещительной сигнализации и образцы современных решений в области автоматизации переезда;

- разработать имитационную модель автоматической переездной сигнализации со шлагбаумом и таймером обратного отсчёта времени открытого/закрытого состояния железнодорожного переезда в малых группах студентов на основе самоорганизации;

- предусмотреть возможности имитационного моделирования в использовании таймера обратного отсчёта в автономном режиме, а также в режиме сопряжения с другими системами автоматической переездной сигнализации.

Реализация имитационной модели (на базе кроссплатформенной среды разработки компьютерных игр, созданной компанией Unity Technologies – Unity) осуществлена при помощи объектно-ориентированного языка программирования C#, который позволяет использовать приложения, работающие на более чем 25-ти различных платформах. Табло индикации времени, оставшегося до открытия переезда (таймер обратного отсчёта), расположенное в левой половине окна приложения называется «аналоговым». При этом всю необходимую для расчёта и отображения информацию табло получает от бортовых устройств локомотива по радиоканалу в режиме «реального времени». Необходимо непрерывно передавать устройству управления этого таймера текущую скорость подвижного состава и расстояние от локомотива до отметки жёлтого цвета. Фактическую длину объекта «железнодорожный подвижной состав» достаточно передать однократно, так как в расчётах она принимается за константу. Ориентиром для создания имитационной модели является интерфейс устройства оповещения оставшегося времени до открытия железнодорожного переезда по фактическим параметрам движения поезда в одном из «рабочих» режимов. Метод FixedUpdate, управляющий начальным значением и частотой (интервалом смены цифр) таймера, вызывается при старте программы и в дальнейшем – с периодичностью 50-60 раз в секунду (в зависимости от настроек в Unity). Для определённости примем это значение

равным 50 Гц. Переменные публичного типа (объявленные с модификатором доступа `public` – определяющим возможность уровня их доступа с максимальными правами) `timerOn`, `timeLeft` и `timeCorrect` управляют методом `UpdateTimeText`, отвечающим за отображение смены цифр обратного отсчёта: `timeLeft` определяет верхнюю границу диапазона (нижняя всегда равна 0), а переменная вещественного типа `timeCorrect` (по умолчанию равная 1) – поправочный коэффициент, корректирующий скорость, с которой меняются цифры от `timeLeft` до 0 (по умолчанию – 1 Гц).

Создание имитационной модели в виртуальной реальности с помощью Unity в общем случае состоит из последовательности следующих шагов:

1. Настройка среды разработки – скачать и установить Unity, создать новый проект в Unity и выбрать платформу.

2. Настройка сцены – создать сцену с простой структурой для имитационной модели, добавить основные объекты, такие как «игровой» персонаж, объекты окружения и препятствия, настроить камеру и освещение для создания реалистичной обстановки.

3. Добавление «физики» – выбрать объекты, к которым будет добавлена «физика», например, игровой персонаж, и настроить параметры «физики», такие как масса, сила тяжести и т. д., проверить, что объекты взаимодействуют друг с другом в соответствии с настройками «физики».

4. Создание игрового персонажа – создать игрового персонажа с помощью редактора персонажей в Unity или импортировать модель персонажа из сторонних ресурсов, настроить анимацию персонажа и добавить движения, такие как ходьба, бег и прыжки (если это требуется).

5. Добавление взаимодействия с объектами – выбрать объект, с которым обучающийся может взаимодействовать, настроить взаимодействие, например, чтобы игровой персонаж мог брать объекты и перемещать их, протестировать взаимодействие с другими объектами и убедиться, что оно работает корректно.

6. Создание уровней – создать несколько уровней с различными объектами и препятствиями, разместить объекты на уровнях в соответствии с требуемой игровой механикой, разработать систему перемещения игрока (обучающегося) между уровнями, которые будут соответствовать заданному сценарию.

7. Тестирование и оптимизация – запустить обучающее VR-приложение на устройстве, для которого оно было создано, и проверить, что все

объекты взаимодействуют корректно, оптимизировать приложение, чтобы оно работало плавно и без задержек на соответствующем оборудовании.

Анализ проведённых с помощью технологии виртуальной реальности занятий малой группы студентов в течение 4-х месяцев показал более высокую заинтересованность обучающихся предметом изучения по сравнению с традиционными практическими занятиями. Систематическая педагогическая поддержка педагогов (показ текущих результатов и методов в виртуальной среде и интерактивном взаимодействии; анализ математических и информационных моделей имитационного моделирования в диалоге студентов и педагогов; коррекция и результативность обобщенных инструкций деятельности каждой ролевой функции в малой группе и т. п.) создает комфортную среду учебно-исследовательской деятельности будущих инженеров. Фактор-импульсы самоорганизации актуализируются при этом и стимулируются выраженностью новизны формы представления контента и более глубокого погружения в процесс освоения изучаемого материала в контексте отсутствия непосредственного участия педагогов в проектно-исследовательской деятельности студентов. Следует отметить, однако, что контроллеры не позволяют в должной мере ощутить, например, вес деталей изделия, усилие, которое необходимо прикладывать при откручивании/закручивании гаек и т. д.

Таким образом, комплексное воздействие и выраженность фактор-импульсов самоорганизации будущих инженеров в выполнении проектно-исследовательской профессиональной деятельности, сопровождающей традиционный учебный процесс, позволили сформировать ключевые информационные компетенции будущих инженеров в виртуальной среде. Это прежде всего: способность к проектированию и конструированию этапов содержания математико-информационных средств для решения производственной задачи; умение автоматизировать рутинные технологические процессы, знание сетевых протоколов, технологий хранения данных и управления ресурсами; разработка программного обеспечения и мобильных приложений.

Заключение

Иммерсивные средства обучения, базирующиеся на технологиях расширенной реальности, включая созданные с помощью программы Unity 3D, интегрируют в себе различные образователь-

ные ресурсы, обеспечивают среду формирования и проявления информационных компетенций будущего инженера: способность к проектированию и конструированию этапов содержания математико-информационных средств для решения производственной задачи; умение автоматизировать рутинные технологические процессы, знание сетевых протоколов, технологий хранения данных и управления ресурсами; разработка программного обеспечения и мобильных приложений. Обоснованный запуск фактор-импульсов самоорганизации обучающихся, этапность и систематичное использование наглядно-цифровых моделей проектирования виртуальной реальности в процессе учебного взаимодействия и диалога культур позволяет актуализировать личностно-ориентированное обучение в рамках постнеклассической парадигмы, выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, отвечающую потребностям и способностям обучающегося, повысить мотивацию и самоорганизацию обучения, обеспечить рост информационной компетентности каждого обучающегося в насыщенной информационно-цифровой образовательной среде. Выделенные особенности реализации концепций наглядного моделирования и фундирования опыта личности будущих инженеров позволили выявить механизмы и технологические конструкты процессов создания обучающих тренажеров на базе технологии виртуальной реальности и сформировать ключевые информационные компетенции студентов. Средствами самоорганизации будущих инженеров могут выступать интерактивное взаимодействие, комплекс коммуникативных сред, работа в малых коллективах в насыщенной информационно-образовательной среде. При этом актуализируются уровни развития познавательной самостоятельности будущих инженеров: самостоятельная активность, самоорганизация когнитивной деятельности, самоопределение и самоконтроль. В работе реализованы технологические конструкты когнитивной деятельности в виртуальной среде: конструирование обучающих тренажеров в среде Unity 3D; использование объектно-ориентированного языка программирования C# на базе кроссплатформенной среды разработки компьютерных игр, созданной компанией Unity Technologies; метод FixedUpdate, управляющий начальным значением и частотой (интервалом смены цифр) таймера; метод управления работы таймера обратного отсчёта. Педагогическая технология поддержки создания студенческих проектов с использованием программы Unity 3D на базе

технологии виртуальной реальности и реализация фактор-импульсов самоорганизации будущих инженеров позволили малым группам студентов получить новый конечный интеллектуальный или практический продукт и сформировали у выпускников способность и готовность искать пути рационального преодоления возникающих трудностей на основе использования современных технологий. Работа над учебными проектами, в том числе имитационно-моделирующего характера, в информационно-цифровой среде виртуальной реальности формирует готовность обучающихся к инновационной деятельности в профессиональной сфере.

Перспективы дальнейшего исследования процесса профессиональной подготовки будущих инженеров лежат в качественном изменении организации учебного процесса в направлении реализации технологических инноваций и усиления роли учебно- и научно-исследовательской деятельности будущих инженеров. Необходимо расширять опыт профессиональной деятельности студентов методами имитационного моделирования, использования виртуальных сред и интеллектуальных систем на основе самоорганизации и развития информационной компетентности будущих инженеров.

Библиографический список

1. Абатурова В. С. Формирование познавательной самостоятельности учащихся старших классов средствами математического моделирования // Ярославский педагогический вестник. Т. II (Психолого-педагогические науки). 2013. № 1. С. 108–116.
2. Азевич А. И. Иммерсивные технологии как средство визуализации учебной информации // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. 2020. № 2(52). С. 35–43. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.52.2.04.
3. Багдасарьян Н. Г. Еще раз о компетенциях выпускников инженерных программ, или Концепт культуры в компетенциях специалистов / Н. Г. Багдасарьян, Е. А. Гаврилина // Высшее образование в России. 2010. Вып. 6. С. 23–27.
4. Горохов В. Г. От простого к сложному: от классического естествознания к техническим наукам. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-prostogo-k-slozhnomu-ot-klassicheskogo-estestvoznaniya-k-tehnicheskim-naukam/viewer> (дата обращения 20.09.2024).
5. Корнеева Н. Ю. Иммерсивные технологии в современном профессиональном образовании / Н. Ю. Корнеева, Н. В. Уварина // Современное педагогическое образование. 2022. № 6. С. 17–22.
6. Лескова И. А. Шаги к постнеклассической методологии высшего образования (логико-смысловой

подход) // Педагогика и просвещение. 2021. № 1. С. 81–102. DOI: 10.7256/2454-0676.2021.1.34084

7. Маслов А. А. Практика формирования профессиональных компетенций при подготовке специалистов для железнодорожной отрасли с использованием иммерсивных технологий // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов: мат. междунаучно-практ. конф., посвященной 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа [Гомель, 16–17 ноября 2023 года]. Гомель: Белорусский гос. ун-тет транспорта, 2023. С. 196–198.

8. Муравьева А. А. Иммерсивное обучение – технология будущего или временное увлечение? / А. А. Муравьева, О. Н. Олейникова // Казанский педагогический журнал. 2023. № 1(156). С. 120–129. DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.012.

9. Попова Т. С. Обобщение знаний по математике как фактор развития самостоятельной познавательной деятельности обучающихся в основной школе // Мир науки, культуры, образования. 2022. № 1 (92). С. 191–194.

10. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования. Москва: АН СССР, 1958. 145 с.

11. Санина Е. И. Воспитание мотивационно-ценностного отношения к изучению математики учащихся основной школы / Е. И. Санина, Л. А. Зенкова, Т. С. Попова // Проблемы современного педагогического образования. Ялта: РИО ГПА, 2020. Вып. 66. Ч. 2. С. 261–263.

12. Санина Е. И. Интерактивные методы и средства обучения математике в средней школе / Е. И. Санина, Т. С. Попова // Ярославский педагогический вестник. 2016. № 5. С. 95–99.

13. Селиванов В. В. Виртуальная реальность как метод и средство обучения / В. В. Селиванов, Л. Н. Селиванов URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-i-sredstvo-obucheniya> (дата обращения 20.09.2024).

14. Сердюкова И. Д. Глоссарий современных педагогических технологий. URL: <https://proza.ru/2024/04/18/775> (дата обращения: 16.10.2024).

15. Смирнов Е. И. Проявление синергии исследования многоэтапных математико-информационных заданий на основе метода параметризации / Е. И. Смирнов, А. Д. Уваров, С. А. Тихомиров // CONTINUUM. Математика. Информатика. Образование. 2024. № 1 (33). С. 18–33.

16. Шухова Е. М. Труды и дни инженера В. Г. Шухова // Наше наследие. 2004. № 70. С. 113–119.

17. Эльберг М. С. Имитационное моделирование / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. 128 с.

18. Dvoryatkina S. N., Shcherbatykh S. V., Smirnov E. I. Technological stages of Schwartz cylinder's computer and mathematics design using intelligent system // Special Issue on Multidisciplinary Innovation in Engineering Science & Technology organized by Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ

Publishers). USA. 2021. № 6 (1). DOI: 10.25046/aj060148.

19. Santos J., Figueiredo A. S., Vieira M. Innovative pedagogical practices in higher education: an integrative literature review // Nurse Education Today. 2019. Vol. 72. P. 12-17.

20. Severin S. Paradigm space of post-non-classical pedagogical research: priority methodological strategies and approaches. Conference: International Scientific Conference «PERISHABLE AND ETERNAL: Mythologies and Social Technologies of Digital Civilization-2021». December 2021. DOI: 10.15405/epsbs.2021.12.03.115.

21. Tongxin L., Weiping W., Xiaobo L., Tao W., Xin Zh., Meigen H. Embedding uncertain temporal knowledge graphs // Mathematics. 2023. № 11(3). DOI: 10.3390/math11030775.

Reference list

1. Abaturova V. S. Formirovanie poznavatel'noj samostojatel'nosti uchashhihsja starshih klassov sredstvami matematicheskogo modelirovanija = Formation of cognitive independence of high school students by means of mathematical modeling // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. T. II (Psihologo-pedagogicheskie nauki). 2013. № 1. S. 108–116.

2. Azevich A. I. Immersivnye tehnologii kak sredstvo vizualizacii uchebnoj informacii = Immersive technologies as a means of visualizing educational information // Vestnik MGPU. Serija: Informatika i informatizacija obrazovanija. 2020. № 2(52). S. 35–43. DOI: 10.25688/2072-9014.2020.52.2.04.

3. Bagdasar'jan N. G. Eshhe raz o kompetencijah vypusknikov inzhenernyh programm, ili Koncept kul'tury v kompetencijah specialistov = Once again about the competencies of graduates of engineering programs, or the Concept of Culture in the competencies of specialists / N. G. Bagdasar'jan, E. A. Gavrilina // Vysshee obrazovanie v Rossii. 2010. Vyp. 6. S. 23–27.

4. Gorohov V. G. Ot prostogo k slozhnomu: ot klassicheskogo estestvoznaniya k tehničeskim naukam = From simple to complex: from classical natural science to technical sciences. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-prostogo-k-slozhnomu-ot-klassicheskogo-estestvoznaniya-k-tehničeskim-naukam/viewer> (data obrashhenija 20.09.2024).

5. Korneeva N. Ju. Immersivnye tehnologii v sovremennom professional'nom obrazovanii = Immersive technology in modern professional education / N. Ju. Korneeva, N. V. Uvarina // Sovremennoe pedagogicheskoe obrazovanie. 2022. № 6. S. 17–22.

6. Leskova I. A. Shagi k postneklassicheskoj metodologii vysshego obrazovanija (logiko-smyslovoj podhod) = Steps to post-classical methodology of higher education (logical-semantic approach) // Pedagogika i prosveshhenie. 2021. № 1. S. 81–102. DOI: 10.7256/2454-0676.2021.1.34084

7. Maslov A. A. Praktika formirovanija professional'nyh kompetencij pri podgotovke specialistov dlja zheleznodorozhnoj otrasli s ispol'zovaniem immersivnyh

tehnologij = Practice of forming professional competencies in training specialists for the railway industry using immersive technologies // Innovacionnoe razvitie transportnogo i stroitel'nogo kompleksov : mat. mezhd. nauchno-prakt. konf., posvjashhennoj 70-letiju BelIIZhTa – BelGUTa [Gomel', 16–17 nojabrja 2023 goda]. Gomel' : Belorusskij gos. un-tet transporta, 2023. S. 196–198.

8. Murav'eva A. A. Immersivnoe obuchenie – tehnologija budushhego ili vremennoe uvlechenie? = Immersive learning – the technology of the future or a temporary hobby? / A. A. Murav'eva, O. N. Olejnikova // Kazanskij pedagogicheskij zhurnal. 2023. № 1(156). S. 120–129. DOI: 10.51379/KPJ.2023.158.1.012.

9. Sanina E. I. Vospitanie motivacionno-cennostnogo otnoshenija k izucheniju matematiki uchashhihsja osnovnoj shkoly = Education of motivational and value attitude to the study of mathematics of students of the main school / E. I. Sanina, L. A. Zenkova, T. S. Popova // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovanija. Jalta : RIO GPA, 2020. Vyp. 66. Ch. 2. S. 261–263.

10. Popova T. S. Obobshhenie znaniy po matematike kak faktor razvitija samostojatel'noj poznavatel'noj dejatel'nosti obuchajushhihsja v osnovnoj shkole = Generalization of knowledge in mathematics as a factor in the development of independent cognitive activity of students in primary school // Mir nauki, kul'tury, obrazovanija. 2022. № 1 (92). S. 191–194.

11. Sanina E. I. Interaktivnye metody i sredstva obuchenija matematike v srednej shkole = Interactive methods and tools for teaching mathematics in high school / E. I. Sanina, T. S. Popova // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2016. № 5. S. 95–99.

12. Rubinshtejn S. L. O myshlenii i putjah ego issledovanija = On thinking and ways to explore it. Moskva : AN SSSR, 1958. 145 s.

13. Selivanov V. V. Virtual'naja real'nost' kak metod i sredstvo obuchenija = Virtual reality as a method and means of learning / V. V. Selivanov, L. N. Selivanov URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-kak-metod-i-sredstvo-obucheniya> (data obrashhenija 20.09.2024).

14. Serdjukova I. D. Glossarij sovremennyh pedagogicheskikh tehnologij = Glossary of modern pedagogical technologies. URL: <https://proza.ru/2024/04/18/775> (data obrashhenija: 16.10.2024).

15. Smirnov E. I. Projavlenie sinergii issledovanija mnogojetapnyh matematiko-informacionnyh zadaniy na osnove metoda parametrizacii = Manifestation of synergy in the study of multi-stage mathematical and informational tasks based on the parameterization method / E. I. Smirnov, A. D. Uvarov, S. A. Tihomirov // CONTINUUM. Matematika. Obrazovanie. 2024. № 1 (33). S. 18–33.

16. Shuhova E. M. Trudy i dni inzhenera V. G. Shuhova = Works and days of engineer V. G. Shukhov // Nashe nasledie. 2004. № 70. S. 113–119.

17. Jel'berg M. S. Imitacionnoe modelirovanie = Simulation modeling / M. S. Jel'berg, N. S. Cygankov. Krasnojarsk : Sibirskij federal'nyj universitet, 2017. 128 s.

18. Dvoryatkina S. N., Shcherbatykh S. V., Smirnov E. I. Technological stages of Schwartz cylinder's computer and mathematics design using intelligent system // Special Issue on Multidisciplinary Innovation in Engineering Science & Technology organized by Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ Publishers). USA. 2021. № 6 (1). DOI: 10.25046/aj060148.

19. Santos J., Figueiredo A. S., Vieira M. Innovative pedagogical practices in higher education: an integrative literature review // Nurse Education Today. 2019. Vol. 72. P. 12–17.

20. Severin S. Paradigm space of post-non-classical pedagogical research: priority methodological strategies and approaches. Conference: International Scientific Conference «PERISHABLE AND ETERNAL: Mythologies and Social Technologies of Digital Civilization-2021». December 2021. DOI: 10.15405/epsbs.2021.12.03.115.

21. Tongxin L., Weiping W., Xiaobo L., Tao W., Xin Zh., Meigen H. Embedding uncertain temporal knowledge graphs // Mathematics. 2023. № 11(3). DOI: 10.3390/math11030775.

Статья поступила в редакцию 17.09.2024; одобрена после рецензирования 23.10.2024; принята к публикации 21.11.2024.

The article was submitted 17.09.2024; approved after reviewing 23.10.2024; accepted for publication 21.11.2024.