



# ПЕДАГОГИКА

## PEDAGOGICS

УДК 378.1

DOI 10.18413/2712-7451-2020-39-3-378-390

### Проектирование системы визуализации тренажерного комплекса на основе компетентного подхода

**Архипов А.Е., Попов А.И., Обухов А.Д.**

Тамбовский государственный технический университет,  
Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106

E-mail: alexeiarrh@gmail.com; olimp\_popov@mail.ru; obuhov.art@gmail.com

**Аннотация.** Высокий уровень готовности к выполнению трудовых функций в условиях чрезвычайных ситуаций становится более востребованным на рынке труда. Цифровизация всех сфер деятельности обуславливает необходимость в профессиональной подготовке использовать инструментально-педагогические средства в виде тренажерных комплексов. Установлена слабая проработанность концептуальных подходов к проектированию тренажерных комплексов на основе закономерностей педагогики и психологии. Цель исследования – разработка методологии создания системы визуализации тренажерных комплексов, обеспечивающей эффективное и результативное формирование требуемых компетенций. Использованы компетентный, синергетический, контекстный и деятельностный методологические подходы. Обоснована структура профессионально важных компетенций работников опасных производств, обеспечивающая их деятельность в условиях стабильно работающего предприятия и при аварийных ситуациях; сформулированы критерии оптимальности проектирования структуры системы визуализации тренажерного комплекса; представлен алгоритм, позволяющий формализовать процесс соотношения существующих средств и технологий визуализации и задач разрабатываемого тренажерного комплекса. Сформулированные подходы к созданию цифровых образовательных средств способствуют решению научной проблемы обеспечения условий повышения качества подготовки специалистов к деятельности в сложных наукоемких производствах.

**Ключевые слова:** цифровые образовательные технологии, инструментально-педагогические средства, деятельностная педагогика, профессионально-важные компетенции, качество образования.

**Благодарности:** исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 19-013-00567.

**Для цитирования:** Архипов А.Е., Попов А.И., Обухов А.Д. 2020. Проектирование системы визуализации тренажерного комплекса на основе компетентного подхода. Вопросы журналистики, педагогики, языкознания, 39 (3): 378–390. DOI 10.18413/2712-7451-2020-39-3-378-390

## The design of the visualization system training complex based on the competence approach

Alexey E. Arkhipov, Andrei I. Popov, Artem D. Obukhov

Tambov state technical University,

106 Sovetskaya St, Tambov, 392000, Russia

E-mail: alexeiarrh@gmail.com; olimp\_popov@mail.ru; obuhov.art@gmail.com

**Abstract.** A high level of readiness to perform labor functions in emergency situations is becoming more popular in the labor market. Digitalization of all spheres of activity causes the need for professional training to use instrumental and pedagogical means in the form of training complexes. There is a weak elaboration of conceptual approaches to the design of training complexes based on the laws of pedagogy and psychology. The purpose of the research is to develop a methodology for creating a system of visualization of training complexes that provides effective and efficient formation of the required competencies. Competence-based, synergetic, contextual and activity-based methodological approaches are used. The structure of professionally important competencies of employees of hazardous industries, which ensures their activity in a stable operating enterprise and in emergency situations, is substantiated; criteria for optimal design of the structure of the visualization system of the training complex are formulated; an algorithm is presented that allows to formalize the process of correlation between existing visualization tools and technologies and the tasks of the developed training complex. The formulated approaches to the creation of digital educational tools contribute to solving the scientific problem of providing conditions for improving the quality of training specialists to work in complex science-intensive industries.

**Keywords:** digital educational technologies, instrumental and pedagogical tools, activity pedagogy, professionally important competencies, quality of education.

**Acknowledgements:** the reported study was funded by RFBR according to the research project № 19-013-00567.

**For citation:** Arkhipov A.E., Popov A.I., Obukhov A.D. 2020. The design of the visualization system training complex based on the competence approach. *Issues in Journalism, Education, Linguistics*, 39 (3): 378–390 (in Russian). DOI 10.18413/2712-7451-2020-39-3-378-390

---

### Введение

Интенсивное развитие технических систем и появление новых технологий обуславливает необходимость непрерывного образования работников для поддержания их конкурентоспособности [Молоткова, Попов, 2019; Наумкин и др., 2019]. Наиболее востребованным в современных социально-экономических и эпидемиологических условиях является электронное обучение, для чего используются ресурсы открытых цифровых образовательных платформ и различного рода организаций, реализующих программы дополнительного обучения. К достоинствам электронного обучения относятся обеспечение персонализации обучения и получение необходимых знаний в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией, возможность углубленного изучения отдельных разделов профессиональной области в цифровом образовательном пространстве [Молоткова и др., 2018]. Но качество обучения в данном случае во многом определяется ценностными ориентирами обучающегося и его мотивацией к познавательной деятельности, навыками самоменеджмента и саморазвития, готовностью проявлять высокий уровень интеллектуальной активности и нацеленностью на творческое осмысление полученных знаний.

Цифровизация позволяет разработать инструментально-педагогические средства, которые с достаточной достоверностью погружают обучающегося в профессиональную деятельность. Но используемая визуализация внешней среды и выполняемых трудовых функций в наиболее распространенных формах электронного обучения, например, в мас-



совых открытых онлайн курсах, предполагает, что обучающиеся будут видеть решаемую ими проблему на экране компьютера или другом цифровом устройстве, что естественно снижает реалистичность происходящего и, соответственно, качество обучения [Стрелков и др., 2015]. При таком типе визуализации профессиональной деятельности обучающийся имеет возможность развивать математическое мышление и умения для принятия решений, но не может в полной мере формировать навыки выполнения трудовых функций и испытывать те нагрузки, которым подвергается работник на действующем предприятии.

Особую важность представляет непрерывное развитие работников опасных производств, для которых умения быстро оценить обстановку и принять оптимальное решение, навыки выполнения необходимых трудовых действий и быстрого перемещения в пространстве обеспечивают не только достижение требуемых экономических показателей, но и позволяют сохранять здоровье и жизнь себе и своим коллегам [Asgharetal., 2019; Strojny, Strojny, 2014]

Для формирования необходимых умений и навыков работников таких отраслей широко используются тренажерные комплексы (ТК), позволяющие воспроизводить в учебной деятельности реальные производственные ситуации. Развитие цифровых технологий, исследования в области психологии и андрагогики, необходимость обеспечения соответствия качества подготовки работников требованиям инновационной экономики актуализируют задачу повышения результативности и эффективности ТК. Одним из направлений в развитии ТК, которые позволяют наиболее реалистично отражать предметный и социальный контексты профессиональной деятельности, является оптимизация системы визуализации, обеспечивающая обучающемуся полное погружение в производственный процесс или аварийную ситуацию [Cooperetal., 2016]. Это детерминирует проблему исследования, заключающуюся в определении, основанном на закономерностях педагогики и психологии, методологии создания системы визуализации ТК, обеспечивающей эффективное и результативное формирование требуемых компетенций.

### Обзор литературы

В основе построения современной системы образования лежит компетентностный подход. Педагогическая наука выделяет несколько определений компетенций и компетентности и их отличие от классической триады «знания, умения, навыки». Наиболее лаконично компетентность определяется как знания в действии (А.Г. Асмолов). Важно отметить, что в понятии компетенция выделяется не только способность, но и готовность применять знания, умения и навыки в реальной деятельности [Булаев и др., 2009]. При разработке образовательных стандартов было принято за основу понимание компетенции как способности личности успешно выполнять деятельность определённого вида на основе сформированных знаний, умений, навыков, опыта деятельности и профессионально значимых личностных качеств.

Важным будет наличие у компетентного работника психологической готовности к применению полученных знаний в условиях реальной профессиональной деятельности [Багдасарова, 2013; Невзоров, 2014], а личностные качества при этом обеспечивают максимальное использование имеющегося у работника потенциала в условиях ограничений и конкуренции, свойственных действующему производству. Поэтому при разработке инструментально-педагогических средств важно обеспечить формирование психологической готовности, что достигается посредством отражения в содержании обучения предметного и социального контекстов деятельности.

Формирование психологической готовности подразумевает под собой психолого-педагогическое воздействие на психику человека, применяемое с целью формирования и совершенствования психических качеств и свойств личности, необходимых для решения профессиональной задачи [Варданян, Воробьева, 2017; Risi, Palmisano, 2019]. Использование ТК, способного адаптировать образовательную программу под компетентностный

профиль конкретного обучающегося и его психическое и физическое состояние, обеспечивает формирование готовности к результативной деятельности на высоком уровне. Решающее влияние на восприятие человеком производственной ситуации оказывает использование в ТК систем визуализации.

Знания способов деятельности в той или иной ситуации формируются в большей степени перед активным использованием ТК. Но выполнение упражнений на нём позволяет работнику от уровня узнавания и репродукции перейти к деятельностному и рефлексивному уровням овладения знаниями вследствие воссоздания на ТК с высокой степенью реалистичности протекания производственного процесса и последствий от применения работником теоретических знаний.

При повышении квалификации работников опасных производств значительное внимание должно быть уделено формированию навыков деятельности и выполнения трудовых функций в чрезвычайных ситуациях. Сформированные навыки должны предполагать автоматическое, но осознанное действие работника, выполняемое для решения определенной профессиональной задачи. Для освоения некоего навыка требуются систематические тренировки [Староверова, 2012; Федотова, 2016], но предлагаемые обучающемуся ситуации должны существенно отличаться.

Тренажеры как средство обучения давно используются в образовательной практике для отработки навыков выполнения трудовых функций или правил поведения работника в определенной ситуации [Gašioreketal., 2019]. Тренажеры включают специальные устройства, позволяющие имитировать различные нагрузки или ситуации в деятельности. Цифровизация способствовала интенсивному росту числа тренажеров в виде компьютерных программ, позволяющих в режиме реального времени ставить перед обучающимися различные задачи и оценивать результат их исполнения.

Востребованность комплексного обучения в виде подготовки к выполнению или набора трудовых функций, или их интегрированного образования обусловила создание ТК, представляющих собой систему подготовки человека к взаимодействию с какой-либо эргатической (человеко-машинной) системой.

Результативность достижения образовательных целей при использовании ТК определяется технологией визуализации, понимаемой как совокупность программных методов (алгоритмов) и аппаратных средств, направленных на представление информации в виде, удобном как для восприятия обучающимся, так и для его взаимодействия с данной системой.

Компоненты системы визуализации можно разделить на три группы:

- средства вывода информации, предназначенные для решения задач отображения информации в ТК и включающие периферийные устройства, преобразующие результаты расчета математических моделей в форму, удобную для восприятия человеком или пригодную для воздействия на исполнительные механизмы объекта управления;
- средства ввода информации, предназначенные для считывания и обработки компьютером данных, полученных с разных типов управляющих элементов, контролируемых пользователем, и включающие периферийное оборудование для ввода данных различного типа в компьютер или в другое считывающее устройство;
- средства имитации реального окружения, способствующие повышению реалистичности и качества визуализации в ТК и включающие дополнительное оборудование для наибольшего погружения в рабочую обстановку (специальные кресла, рабочие места, кабины, имитаторы различного оборудования, манекены и т.д.).

Рассмотрим различные структуры системы визуализации при условии одинакового изначального технического объекта на примере тренажеров в авиационной сфере. В данном случае объектом исследования выступает вертолет Ми-8, для которого следует провести подготовку пилотов по ряду компетенций. В первом случае система визуализации тренажерного комплекса состоит из мониторов, часть из них отображает имитацию приборной панели вертолета, вторая группа мониторов отображает динамическое окружаю-



щее пространство, а взаимодействие с системой осуществляется имитацией джойстика вертолета. При данной компоновке ТК обеспечивает ознакомление обучающихся с базовыми способами управления вертолетом, с режимом взлета, набора высоты, полета по маршруту, снижения, захода на посадку и ухода на второй круг. Это способствует формированию следующих компетенций:

- навыков навигации при полете по приборам;
- коммуникационных навыков взаимодействия с руководителем полета.

Тренажерный комплекс с данной структурой визуализации, обеспечивающей невысокую степень достоверности физических ощущений от деятельности, является сравнительно недорогим (менее 3 млн рублей), но позволяет освоить только базовые моменты управления воздушным судном.

Во втором же случае система визуализации состоит из полноразмерного макета кабины вертолета с имитацией всех возможных органов управления, приборных досок, кресел пилотов, панелей и пультов. За имитацию окружающего пространства отвечает сферический проекционный экран с углами обзора от  $-50^\circ$  до  $+30^\circ$  по вертикали и  $\pm 95^\circ$  по горизонтали, дальности возможного отображения местности в 250 км. Для создания динамических нагрузок система закреплена к динамической платформе с системой пневмоприводов с возможностью имитации улов отклонения.

Данная компоновка компонентов системы визуализации позволяет на деятельностном уровне формировать готовность к следующим действиям:

- рулению, взлету и посадке в дневных и ночных условиях с визуальной видимостью рулежной дорожки, взлетно-посадочной полосы, вертолетной площадки, визуальных ориентиров (разметки) и средств ночного старта применительно к местности;
- пилотированию вертолета в ручном и автоматическом режимах управления, по приборам и визуально, в том числе с использованием очков ночного видения;
- выполнению основных пилотажных фигур на вертолете;
- ведению боевых действий и навыков применения штатного вооружения в соответствии с назначением вертолета.

Вследствие высокой достоверности отражения производственных ситуаций данный тренажер позволяет осуществить подготовку экипажа к управлению вертолетом в аварийных режимах, таких как нарушение работы двигателей и бортового оборудования, к полету в условиях турбулентности и т.п. [Авиационные тренажеры, 2002].

Тренажерный комплекс с данной системой визуализации, обеспечивая максимальную степень реалистичности имитации полета на реальном воздушном судне, позволяет экипажу не только испытывать акселерационные ощущения, присущие реальному полету, но и отрабатывать более широкий спектр задач с большей степенью достоверности, чем при тренировках на тренажерах без использования системы подвижности и с недостоверной имитацией органов управления. Стоимость данного тренажерного комплекса составляет более 15 млн рублей.

Приведённые примеры показывают, что каждая компоновка элементов системы визуализации позволяет осуществить подготовку к определённому перечню компетенций. Оценка оправданности и экономической целесообразности использования той или иной структуры может проводиться экспертным путём, при этом учитываются зависимость компоновки от решаемых технических и образовательных задач и наличие ряда ограничений.

При проектировании ТК и его системы визуализации выбор ограничений и критериев оптимальности детерминируется реализуемой образовательной функцией и предельной стоимостью.

Каждая составляющая формируемых на ТК профессионально важных компетенций предполагает определенную совокупность требований и к его структуре, и к аппаратному исполнению системы визуализации, которые бы обеспечили максимальную результативность процесса обучения. Это предполагает проектирование структуры системы визуализации

зации по строго определенному алгоритму, который будет учитывать ряд ограничений и критериев оптимальности. Ограничения касаются возможности набора компонентов ТК взаимодействовать друг с другом [Лаптев, Василенко, 2008].

### **Объекты и методы исследования**

При проведении психолого-педагогической составляющей исследования проектирования системы визуализации были использованы компетентностный, синергетический, контекстный и деятельностный методологические подходы.

Реализация компетентностного подхода предполагает планирование освоения компетенций, так как для успешной профессиональной деятельности работнику требуется владение на высоком уровне универсальными компетенциями, предполагающими умение анализировать информацию и быстро принимать оптимальное решение, и профессиональными, включающими навыки выполнения трудовых функций или действий, сокращающих потери от негативной ситуации на производстве (например, аварии). Данные компетенции должны формироваться интегрировано.

Компетентностный подход в нашем исследовании был реализован через представление целей и задач обучения в виде перечня компетенций, определяющих его возможность реализовать себя в сферах экономики, связанных с высоким уровнем риска техногенных и природных катастроф, через способности личности успешно выполнять деятельность в своей профессиональной области, требующую эвристического или креативного уровня интеллектуальной активности и обобщённо представляющих знания, умения, навыки, опыт деятельности, личностные качества, которыми должен обладать обучающийся по завершении образовательной программы, что обеспечивает его профессиональную конкурентоспособность, высокий уровень творческой самореализации, выполнение производственных задач предприятия и сохранения здоровья и жизни работников.

Синергетический подход позволяет выработать стратегию повышения уровня интеллектуальной активности обучающегося посредством использования адаптивного ТК при учёте опыта предшествующей деятельности и имеющихся профессиональных деформаций, нацеленности на творческое саморазвитие и поддержание конкурентоспособности, физического и эмоционального состояния работника.

При разработке подходов к проектированию системы визуализации ТК использовалась концепция знаково-контекстного (контекстного) обучения, предложенная А.А. Вербицким [1991]. Под контекстным обучением понимается такое обучение, в котором осуществляется деятельностная реконструкция профессиональной деятельности специалиста в формах учебной деятельности студентов. Одно из важнейших положений концепции контекстного обучения – единство содержания обучения и формы организации учебной деятельности, в которой это содержание динамизируется и тем самым усваивается обучающимися, что и реализуется в ТК. Согласно концепции контекстного обучения, формы организации учебной деятельности человека, как и её содержание, должны быть адекватны содержанию и формам практической деятельности людей. А система визуализации позволяет воссоздать как предметный контекст деятельности (например, уровень видимости приборов управления), так и социальный (поведение других работников, например, испытывающих панические настроения). В контексте подготовки на тренажерах именно к экстремальным условиям деятельности особое внимание в процессе профессиональной переподготовки уделяется социальному контексту, поскольку сознательное его моделирование в учебном процессе способствует решению не только проблемы формирования психологической устойчивости к профессиональным стрессам, но и задач решения воспитательного характера [Clifford et al., 2019].

Контекстное обучение как активная форма организации учебной деятельности приближается к формам профессиональной деятельности, и это облегчает процесс перехода от имитации ситуаций на тренажере к деятельности в условиях реального производства.



Использование ТК предполагает, что все необходимые навыки формируются именно в деятельности. При проектировании системы визуализации целесообразно разработать такое количество сценариев, которые бы обеспечивали возможность воссоздания любого необходимого вида деятельности, в том числе и деятельности по ликвидации последствий аварий и катастроф.

Описанные методологические подходы позволили обосновать последовательность действий и построить алгоритм разработки системы визуализации ТК, обеспечивающий создание инструментально-педагогических средств, способных эффективно и результативно формировать требуемые сферой профессиональной деятельности компетенции.

### Результаты и их обсуждение

На основе изучения функционала работников опасных производств и соответствующих профессиональных стандартов, опроса специалистов, проведенных психолого-педагогических исследований определены характеристики кластера профессионально-важных компетенций, формирование которых целесообразно проводить с использованием адаптивного ТК. Содержательное наполнение компетенций может отличаться в зависимости от профессиональных обязанностей, но инвариантная структура включает следующие компетенции:

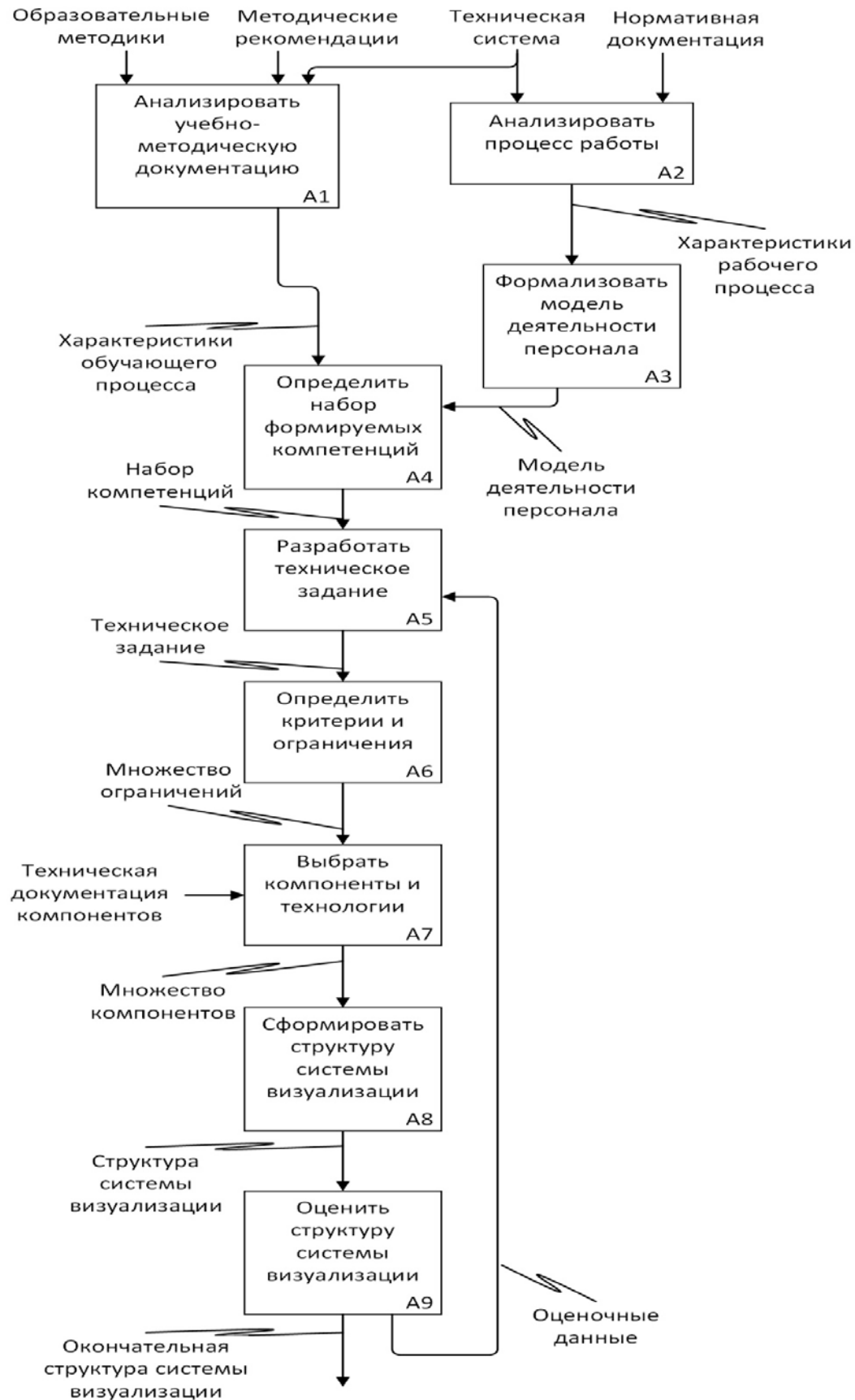
- способность выполнять трудовые функции в соответствии с занимаемой должностью в условиях стабильного производственного процесса и распространённых нештатных ситуаций;
- умение анализировать ситуацию, оценивать последствия возможных сценариев её развития и выбора оптимального варианта собственных действий;
- способность к организации деятельности с соблюдением техники безопасности и других нормативно-правовых документов;
- готовность к творческому (нестандартному) разрешению возникающих проблемных ситуаций при осуществлении трудовой деятельности;
- психологическая готовность к организации собственной деятельности и других работников в условиях неблагоприятного сочетания внешних факторов;
- способность поводить анализ, локализацию и ликвидацию внештатной ситуации.

На данный момент задача проектирования системы визуализации решается экспертным методом, отличающимся высокой долей субъективности, что в итоге приводит к недостаточно оптимальному решению. Качество решения во многом зависит от знаний и квалификации эксперта, его интуиции.

Для повышения объективности экспертизы сформулируем критерии оптимальности проектирования структуры системы визуализации:

1. Стоимость и время разработки программного обеспечения, определяемые сложностью и масштабом моделируемой системы.
2. Качество реализации визуализации каждого компонента системы визуализации ТК, зависящее от его технических характеристик и достигаемой реалистичности погружения обучающихся в виртуальную реальность.
3. Текущие издержки использования каждого компонента системы визуализации в образовательном процессе и обеспечения его работоспособности, складывающиеся из затрат на электроэнергию, оплаты услуг обслуживающего персонала, расходов на ремонт и т.п.
4. Качество и время подготовки персонала с использованием определенного компонента системы визуализации ТК, зависящее от функциональных возможностей компонентов в области формирования необходимых компетенций.

Для наиболее оптимального проектирования структуры системы визуализации разработан алгоритм, позволяющий формализовать процесс соотношения существующих средств и технологий визуализации и тех задач, которые поставлены перед разрабатываемым ТК (см. рисунок).



Функциональная диаграмма алгоритма разработки системы визуализации ТК  
Functional diagram of the development algorithm of the visualization system TC





Алгоритм разработки системы визуализации включает следующие стадии:

*A1. Анализ учебно-методической документации.* Для формирования набора компетенций, которые будут применены в готовом ТК, необходимо определить характер обучающего процесса. Данные получают путем анализа нормативной документации технического объекта с учетом ограничения на множество задач, предъявляемых к ТК, методических рекомендаций по организации познавательной деятельности и образовательных методик.

*A2. Анализ процесса работы.* На основании нормативной документации (также в области определения задач, предъявляемых к ТК) определяется общий характер работы обучающегося на данном техническом объекте. Под ним подразумевается спектр производимых работ, функционирование в штатном и аварийном режиме и т. п.

*A3. Формализация модели деятельности персонала.* Данный процесс заключается в формировании четких правил, алгоритмов действия и их зависимостей в математической форме. Следует из спектра характеристик работы обучающегося и нормативной документации.

*A4. Определение набора формируемых компетенций.* На основе модели деятельности персонала и характеристик образовательного процесса формируется общий набор компетенций, необходимый для полноценной подготовки обучающегося к работе на реальном техническом объекте.

*A5. Разработка технического задания.* После окончательного определения спектра задач, предъявляемых к ТК, формируется техническое задание на проектирование структуры системы визуализации.

*A6. Определение критериев и ограничений.* На данном этапе определяется наиболее важный критерий оптимальности, например, время обучения, затем на его основе формируются остальные критерии и ограничения, такие как стоимость системы визуализации, время разработки программного обеспечения и т. д.

*A7. Выбор компонентов и технологий.* В данном модуле происходит определение множества компонентов системы визуализации в зависимости от наложенных ограничений. Выбор осуществляется на основе технической документации каждого компонента.

*A8. Формирование структуры системы визуализации.* На основе сужения множества возможных компонентов и учета их ограничений формируется готовая структура системы визуализации.

*A9. Оценка структуры системы визуализации.* Оценка готовой структуры проходит по основным критериям: качество и время обучения, стоимость покупки и обслуживания готовой системы, время и стоимость разработки программного обеспечения для функционирования ТК. Полученные оценочные данные позволяют окончательно утвердить структуру системы визуализации или доработать ее, вернувшись на этап формирования технического задания с последующей корректировкой системы ограничений и определения оптимальных параметров.

Разработка структуры системы визуализации при проектировании тренажерных систем является важным этапом создания эффективного педагогического средства для системы профессиональной подготовки и повышения квалификации. От исполнения данного этапа зависит не только качество и скорость усвоения необходимых навыков и компетенций обучающимися на ТК, но и оптимальность денежных затрат на разработку, построение и обслуживание всей системы визуализации в целом. В то же время ошибки, допущенные при проектировании, могут повлечь за собой как недостаточное качество обучения и формирование некорректных навыков, так и неспособность всей тренажерной системы исполнять предъявленные к ней требования.

Разработанный алгоритм проектирования системы визуализации ТК позволяет создать её оптимальную структуру, обеспечивающую формирование необходимых компетенций для допуска к работе на реальном техническом объекте повышенной опасности. Важным моментом является определение составляющих и компоновка компонентов визу-

ализации в зависимости от приоритетности формирования какого-либо компонента компетенции работника.

Представленный алгоритм выбора компонентов системы учитывает все этапы проектирования системы визуализации, начиная от анализа технической системы и анализа педагогических походов к обучению в данной сфере обучения и зачисления определенным критериям оптимальности и системой ограничений.

Представленный в работе алгоритм является основой для разработки математической модели, позволяющей реализовать в практике проектирования ТК полученные научные результаты.

Предлагаемый подход имеет ряд преимуществ по сравнению с классическим экспертным подходом к выбору компонентов системы визуализации ТК: снижается влияние человеческого фактора и повышается объективность оценки, увеличивается доля автоматизации принимаемых решений в процессе выбора компонентов системы визуализации.

Использование предлагаемого подхода позволяет снизить время нахождения оптимального решения (при наличии обширной базы данных характеристик компонентов), поскольку сокращается область определения возможных вариантов компоновки за счет строгого определения критериев и ограничений, что упрощает процесс проектирования системы визуализации.

### **Заключение**

Цифровизация экономики обусловила активную инновационную деятельность по модернизации системы образования и обеспечению возможности каждому осваивать новые компетенции на основе индивидуальной образовательной траектории и использования цифровых технологий. Интенсивный переход к использованию цифровых образовательных ресурсов предполагает их создание на основе достижений педагогической инноватики и психологии при нацеленности на обеспечение качества получаемого образования и экономически обоснованные финансовые и материальные затраты. Одним из перспективных направлений цифровизации является создание адаптивных тренажерных комплексов, позволяющих воссоздать с высокой степенью реалистичности предметный и социальный контексты деятельности специалиста во время учебного занятия.

Качество подготовки и повышения квалификации специалиста предполагает, что в процессе обучения будут получены не только теоретические знания, но и практические умения и навыки, а также сформирована психологическая готовность к их использованию как при нормальном протекании производственного процесса, так и в случае аварийной ситуации. Результативность обучения и время формирования компетенций при использовании ТК во многом обусловлены качеством визуализации во время образовательного процесса и созданием сопутствующих физических и психологических нагрузок на обучающегося.

Выявленная инвариантная структура компетенций конкурентоспособного специалиста и критерии оптимальности проектирования системы визуализации позволили разработать и подробно описать алгоритм создания данного компонента ТК. Проектирование системы визуализации ТК на основе разработанных методологических подходов и данного алгоритма позволят частично автоматизировать принимаемые решения по выбору компонентов системы визуализации и уйти от субъективизма при использовании только экспертной оценки. Это будет способствовать проектированию педагогических инструментов в виде адаптивных тренажерных комплексов, обеспечивающих качество формирования необходимых компетенций при оптимальных затратах на организацию переподготовки кадров.

### **Список источников**

Авиационные тренажеры. АО ЦНТУ «Динамика». URL: <http://www.dinamika-avia.ru/> (дата обращения: 20.04.2020).



### Список литературы

1. Багдасарова Ю.А. 2013. Использование виртуальных тренажерных комплексов при формировании профессионально-экологической компетентности у будущих специалистов в области трубопроводного транспорта. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки, 1 (19): 11–19.
2. Булаев Н.И., Козлов В.Н., Оводенко А.А., Рудской А.И. 2009. Системные ресурсы качества высшего образования России и Европы. СПб., Изд-во Политехн. ун-та, 460 с.
3. Варданян Ю.В., Воробьева О.М. 2017. Профессиональная психологическая подготовка как фактор психологической безопасности. Вестник Челябинского государственного педагогического университета, 7: 127–132.
4. Вербицкий А.А. 1991. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М., Высшая школа, 204 с.
5. Лаптев В.Н., Василенко И.А. 2008. К алгоритму усвоения знаний, умений и навыков, на базе информационных технологий. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 43 (9): 16–32.
6. Наумкин Н.И., Шекшаева Н.Н., Квитко С.И., Ломаткина М.В., Купряшкин В.Ф., Коровина И.В. 2019. Разработка педагогической модели многоуровневой и поэтапной подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности. Интеграция образования, 23 (4): 568–586. DOI: 10.15507/1991-9468.097.023.201904.568-586.
7. Невзоров Р.В. 2014. Тренажерная подготовка как объект педагогического анализа в рамках авиационной педагогики. Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2 (108): 131–136. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.02.108.p131-136
8. Молоткова Н.В., Попов А.И. 2019. Организация подготовки инженерных кадров к инновационной деятельности. Alma-mater (Вестник высшей школы), 4: 9–14. DOI: 10.20339/AM.04-19.009.
9. Молоткова Н.В., Ракитина Е.А., Попов А.И. 2018. Механизм использования цифровой образовательной среды в инженерном образовании. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2 (68): 163–172.
10. Староверова Н.А. 2012. Актуальность развития навыков в сфере управления качеством у будущих специалистов химической промышленности. Вестник Казанского технологического университета, 24: 207–209.
11. Стрелков С.В., Клыгач А.С., Варзин С.А., Пискун О.Е., Иванов В.М. 2015. Реалистичная визуализация для тренажера по проведению операций открытого типа. В кн.: Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2-х частях, Санкт-Петербург, 19–21 ноября 2015, 10 (2). Под ред. С.А. Варзина. Санкт-Петербург, РПГУ им. А.И. Герцена, СПбГУ, СПбПУ: 735–739.
12. Федотова Н.И. 2016. Психологические условия формирования профессиональных знаний, навыков, умений. Научные труды Московского гуманитарного университета, 6: 24–30. DOI: 10.17805/trudy.2016.6.3
13. Asghar, I., Egaji, O.A., Dando, L., Griffiths, M., Jenkins, P. 2019. A virtual reality based gas assessment application for training gas engineers. In: ICICM 2019. The 9-th International Conference on Information Communication and Management, Prague, Czech Republic, 23-26 August 2019. Ed. A. Balinsky. New York, Association for Computing Machinery: 57–61. DOI: 10.1145/3357419.3357443.
14. Clifford R.M.S., Jung S., Hoermann S., Billingham M., Lindeman R.W. 2019. Creating a Stressful Decision Making Environment for Aerial Firefighter Training in Virtual Reality. In: IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). Publ. IEEE: 181-189. DOI: 10.1109/VR.2019.8797889.
15. Cooper N., Milella F., Cant I., Pinto C., White M. and Meyer G. 2016. Augmented cues facilitate learning transfer from virtual to real environments. In: IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct). Publ. Merida: 194-198. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2016.0075.
16. Gąsiorek K., Odachowska E., Matysiak A., Pędzierska M. 2020. Virtual Reality Technologies in the Training of Professional Drivers. Comparison of the 2D and 3D Simulation Application. In: Research Methods and Solutions to Current Transport Problems. ISCT21 2019.

Advances in Intelligent Systems and Computing. Eds. M. Siergiejczyk, K. Krzykowska. Vol 1032. Springer, Cham: 133–142. DOI: 10.1007/978-3-030-27687-4\_14.

17. Strojny P., Strojny A. 2014. Kwestionariusz immersji – polska adaptacja iempiryczna weryfikacja narzędzia. *Homo Ludens*, 1 (6): 171–186.

18. Risi D., Palmisano S. 2019. Effects of postural stability, active control, exposure duration and repeated exposures on HMD induced cybersickness. *Displays*, 60: 9–17. DOI: 10.1016/j.displa.2019.08.003.

## References

1. Bagdasarova Yu.A. 2013. The use of virtual simulator systems in the process of development of professional ecological competence of future pipeline transport specialists. *Vestnik of Samara State Technical University. The Series: Psychological and Pedagogical sciences*, 1 (19): 11–19 (in Russian).

2. Bulaev N.I., Kozlov V.N., Ovodenko A.A., Rudskoy A.I. 2009. *Sistemnye resursy kachestva vysshego obrazovaniya Rossii i Evropy [Systemic quality resources of higher education in Russia and Europe]*. SPb., Publ. Izd-vo Politekh. un-ta, 460 p.

3. Vardanyan Yu.V., Vorob'eva O.M. 2017. Professional psychological training as a factor of psychological safety. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 7: 127–132 (in Russian).

4. Verbitskiy A.A. 1991. *Aktivnoe obuchenie v vysshey shkole: kontekstnyy podkhod [Active Learning in Higher Education: A Contextual Approach]*. M., Publ. Vysshaya shkola, 204 p.

5. Laptsev V.N., Vasilenko I.A. 2008. To the algorithm of knowledge, skills and habits realizing by informational technologies. *Politematicheskii setevoy elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 43 (9): 16–32 (in Russian).

6. Naumkin N.I., Shekshaeva N.N., Kvitko S.I., Lomatkina M.V., Kupryashkin V.F., Korovina I.V. 2019. Designing the teaching model of multilevel gradual training of students in innovative engineering. *Integration of Education*, 23 (4): 568–586. DOI: 10.15507/1991-9468.097.023.201904.568-586. (in Russian).

7. Nevzorov R.V. 2014. Simulator training as an object of the pedagogical analysis in the aviation pedagogy. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, 2 (108): 131–136. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2014.02.108.p131-136. (in Russian).

8. Molotkova N.V., Popov A.I. 2019. Organization of training of engineering cadres for innovative activity. *Alma-mater (Higher School Herald)*, 4: 9-14. DOI: 10.20339/AM.04-19.009. (in Russian).

9. Molotkova N.V., Rakitina E.A., Popov A.I. 2018. The Mechanism of Using Digital Educational Environment in Engineering Education. *Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*, 2(68): 163–172. (in Russian).

10. Staroverova N.A. 2012. Aktual'nost' razvitiya navykov v sfere upravleniya kachestvom u budushchikh spetsialistov khimicheskoy promyshlennosti [The relevance of the development of skills in the field of quality management for future specialists in the chemical industry]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 24: 207–209.

11. Strelkov S.V., Klygach A.S., Varzin S.A., Piskun O.E., Ivanov V.M. 2015. Realistichnaya vizualizatsiya dlya trenazhera po provedeniyu operatsiy otkrytogo tipa [Realistic visualization for an open surgery simulator]. In: *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya [Health is the basis of human potential: problems and solutions]*. Proceedings of the all-Russian scientific and practical conference with international participation: in 2 parts, St. Petersburg, November 19–21, 2015. 10 (2). Ed. S.A. Varzina. Sankt-Peterburg, RPGU im. A.I. Gertsena, SPbGU, SPbPU: 735–739.

12. Fedotova N.I. 2016. Psychological preconditions of building professional knowledge, skills, and abilities. *Nauchnye trudy Moskovskogo gumanitarnogo universiteta*, 6: 24–30. DOI: 10.17805/trudy.2016.6.3 (in Russian).

13. Asghar I., Egaji O. A., Dando L., Griffiths M., Jenkins P. 2019. A virtual reality based gas assessment application for training gas engineers. In: *ICICM 2019. The 9-th International Conference on Information Communication and Management*, Prague, Czech Republic, 23-26 August 2019. Ed. A. Balinsky. New York, Association for Computing Machinery: 57–61. DOI: 10.1145/3357419.3357443.

14. Clifford R.M.S., Jung S., Hoermann S., Billingham M., Lindeman R.W. 2019. Creating a Stressful Decision Making Environment for Aerial Firefighter Training in Virtual Reality. In: *IEEE*



Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). Publ. IEEE: 181–189. DOI: 10.1109/VR.2019.8797889.

15. Cooper N., Milella F., Cant I., Pinto C., White M. and Meyer G. 2016. Augmented cues facilitate learning transfer from virtual to real environments. In: IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct). Publ. Merida: 194–198. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2016.0075.

16. Gąsiorek K., Odachowska E., Matysiak A., Pędzińska M. 2020. Virtual Reality Technologies in the Training of Professional Drivers. Comparison of the 2D and 3D Simulation Application. In: Research Methods and Solutions to Current Transport Problems. ISCT21 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing. Eds. M. Siergiejczyk, K. Krzykowska. Vol 1032. Springer, Cham: 133–142. DOI: 10.1007/978-3-030-27687-4\_14.

17. Strojny P., Strojny A. 2014. Kwestionariusz immersji – polska adaptacja i empiryczna weryfikacja narzędzia. Homo Ludens, 1 (6): 171–186.

18. Risi D., Palmisano S. 2019. Effects of postural stability, active control, exposure duration and repeated exposures on HMD induced cybersickness. Displays, 60: 9–17. DOI: 10.1016/j.displa.2019.08.003.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Архипов Алексей Евгеньевич**, аспирант ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

**Попов Андрей Иванович**, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры техники и технологии производства нанопродуктов» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

**Обухов Артём Дмитриевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры системы автоматизированной поддержки принятия решений ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Alexey E. Arkhipov**, graduate student of Tambov state technical University, Tambov, Russia

**Andrei I. Popov**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor, Department of Technology and technology of production of nanoproducts of Tambov state technical University, Tambov, Russia

**Artem D. Obukhov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of automated decision support Systems, Tambov state technical University, Tambov, Russia