



Т. В. Машарова, Н. А. Бушмелева, М. С. Перевозчикова, И. Ю. Хлобыстова

## Использование 3D-технологий для развития инновационного мышления

*Проблема и цель.* Актуальной проблемой современной образовательной среды является поиск эффективных технологий обучения, обладающих дидактическим потенциалом для развития мышления, направленного на создание и внедрение инноваций. В связи с этим выдвинуто предположение о влиянии учебной деятельности по трехмерному моделированию на формирование востребованного вида мышления.

*Методы исследования.* Анализ научно-методической литературы использовался для изучения аспектов включения средств 3D-технологий в дидактический процесс, систематизации фактов относительно сущности инновационной деятельности и инновационного мышления. В педагогическом эксперименте задействованы 58 студентов четвертого курса факультета компьютерных и физико-математических наук Вятского государственного университета. В качестве метода статистической обработки использовался критерий  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона.

*Результаты.* Уточняется сущность понятия «инновационное мышление», обосновывается дидактический потенциал 3D-технологий для его развития (инструментарий, визуализация объектов, манипуляция образами, эмоциональная привлекательность, спектр применения). Описанная система деятельности педагога включает технический, методический и содержательный компоненты. Каждое направление деятельности обучающихся реализовано на конкретных задачах будущего и соотносится с базовыми свойствами, определяющими сущность инновационного мышления. На контрольном этапе эксперимента выявлены статистически достоверные различия между экспериментальной и контрольной группами по уровню инновационного мышления  $\chi^2_{\text{набл. 2}} > \chi^2_{\text{крит0.05}}$  ( $6,9 > 5,99$ ).

*Заключение.* Работа над трехмерной моделью создаёт дополнительные условия для развития креативности, технологичности, коммуникабельности, целеустремленности, внимательности и ответственности перед обществом за своё изобретение. Перечисленные характеристики являются базовыми свойствами, обеспечивающими целостность формирования инновационного мышления как универсальной компетенции востребованного профессионала будущего.

**Ключевые слова:** инновация, деятельность, 3D-моделирование, изобретение, образовательное пространство, конкурентоспособность

### Ссылка для цитирования:

Машарова Т. В., Бушмелева Н. А., Перевозчикова М. С., Хлобыстова И. Ю. Использование 3D-технологий для развития инновационного мышления // Перспективы науки и образования. 2020. № 3 (45). С. 426-440. doi: 10.32744/pse.2020.3.31



T. V. MASHAROVA, N. A. BUSHMELEVA, M. S. PEREVOZCHIKOVA, I. YU. KHLOBYSTOVA

## Using 3D technologies to developing innovative thinking

*Problem and purpose.* An urgent problem of the modern educational environment is the search for effective learning technologies that have didactic potential for the development of thinking aimed at creating and implementing innovations. In this regard, it is suggested that the influence of educational activities on three-dimensional modeling on the formation of necessary kind of thinking.

*Method of research.* The analysis of scientific and methodological literature was used to study the aspects of including 3D technologies in the didactic process, systematization of facts about the essence of innovation and innovative thinking. The pedagogical experiment involved 58 fourth-year students of the faculty of computer and physical and mathematical Sciences of Vyatka state University. The criterion  $\chi^2$ -Pearson was used as a statistical processing method.

*Results.* The essence of the concept of "innovative thinking, the substantiates the didactic potential of 3D technologies for the development of innovative thinking (tools, visualization of objects, manipulation of images, emotional attractiveness, a range of applications). The described system of teacher's activity includes technical, methodological and content components. Each direction of students' activity should be implemented on specific tasks of the future and relate to the basic properties that determine the development of innovative thinking. At the control stage of the experiment, statistically significant differences were found between the experimental and control groups ( $\chi^2_{emp.2} > \chi^2_{cr0.05} (6,9 > 5,99)$ ).

*Conclusion.* Working on a three-dimensional model creates additional conditions for the development of creativity, technology, communication skills, purposefulness, care and responsibility to society for their invention. These characteristics are the basic properties that ensure the integrity of the formation of innovative thinking as a universal competence of a sought-after professional of the future.

**Key words:** innovation, activity, 3D modeling, invention, educational space, competitiveness

### For Reference:

Masharova, T. V., Bushmeleva, N. A., Perevozchikova, M. S., & Khlobystova, I. Yu. (2020). Using 3D technologies to developing innovative thinking. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 45 (3), 426-440. doi: 10.32744/pse.2020.3.31

## Введение

Важным условием поддержки конкурентоспособности страны на мировом уровне в направлении инновационного развития науки и промышленности является наличие большого числа специалистов, готовых к самостоятельной творческой деятельности, к новаторству, к свершению открытий в различных отраслях экономики. Основная задача современного государства, по мнению А. V. Perig [1], – это переход на инновационный путь развития, который обеспечит стабильный и долгосрочный экономический рост. В этом контексте инновацию предлагается рассматривать как новшество, открытие, достижение науки и техники, поддерживающее эффективность рабочих процессов и разработку востребованной продукции. Инновация в представленном исследовании анализируется как результат креативной деятельности человека. Инновация – это усовершенствование объектов, выявление новых качеств, представление новых элементов системы. Вложение ресурсов в развитие науки, разработку инноваций обеспечивает, согласно Е. Martyakova и Е. Gorchakova [2]: экономический рост на долгосрочный период; появление и развитие высокотехнологичных отраслей экономики (получение новых рабочих мест в том числе); интеграцию секторов рынка; повышение конкурентоспособности и социальную стабильность государства; уменьшение производственных расходов населения; повышение качества товаров и услуг [3].

Подготовка специалиста, способного к осуществлению самостоятельной исследовательской деятельности, направленной на решение широкого спектра практических задач и поддержанной высокотехнологичными средствами, – один из приоритетов современного образования [4]. Проблемы подготовки выпускников, отвечающих требованиям государства, экономики и общества, обладающих навыками инновационной деятельности, способных к принятию обоснованных решений в условиях неопределённости будущего, подробно представлены В. А. Артемьевой, Е. К. Веселовой, М. Я. Дворецкой, Е. Ю Коржовой [5]. Кроме этого, в соответствии с ФГОС высшего образования [6], важными факторами подготовки выпускников являются требования работодателей, ориентированных на обеспечение конкурентоспособности, получение прибыли. Им необходимы специалисты, владеющие современными технологиями и склонные к инновационной деятельности [7]. П. С. Черемухин, А. А. Шумейко подчёркивают, что инновации происходят, когда люди, имеют инновационное мышление, и раскрывают его сущность как «процесс решения проблем путем обнаружения, объединения и организации идей и методов новыми способами». Большинство исследователей согласны с положением, что современное образовательное пространство обладает потенциалом, чтобы поддерживать формирование умения моделировать и развивать инновационное мышление [8]. Так, технологии 3D-моделирования, и связанные с ними программно-технические средства, определяют перспективные виды деятельности для формирования цифровой экономики [9]. Компьютерное трехмерное моделирование, как одна из инновационных цифровых технологий, согласно Е. Novak, S. Wisdom [10], обладает дидактическими возможностями для развития востребованных цифровой экономикой универсальных компетенций, поддержки профессионального самоопределения учащихся. При конструировании в средах трехмерного моделирования создаются дополнительные условия для развития алгоритмического стиля мышления, воображения и креативности; формирования пространственных представ-

лений; поддержки мотивации к получению образования в сфере digital-технологий; для организации продуктивной творческой деятельности и создания ситуаций успеха [11]. За счёт своей практичности и функциональных возможностей трехмерная технология находит применение в различных отраслях человеческой деятельности. Возникает дидактическая необходимость использовать технологии 3D-моделирования в самых нестандартных инновационных проектах, в том числе образовательного назначения.

Итак, цель работы состоит в исследовании особенностей применения 3D-технологий для развития инновационного мышления обучающихся.

---

## Обзор литературы

Обращение к материалам А. П. Усольцева, Т. Н. Шамало [17] позволило выявить, что инновационная деятельность имеет сложную структуру: она – целостный результат множества разветвленных процессов и должна рассматриваться в единстве всех их аспектов. Ядро такой деятельности составляет специфическое инновационное мышление, поддерживающее все этапы разработки и внедрения открытий, обеспечивающее их качество и продуктивное практическое применение. Такое мышление формируется на протяжении довольно длительного срока в благоприятной, стимулирующей мыслительные процессы среде. Это позволяет обоснованно утверждать, что подготовка молодежи к инновационной деятельности, развития соответствующего ей мышления требует применения и новаторских педагогических технологий, техник и средств.

Под инновационным мышлением в общем смысле понимают: мышление, поддерживающее качественный результат инновационной деятельности [5]; готовность к непрерывному пополнению теоретических знаний, умению реализовывать их в практической профессиональной деятельности [3]; способность принимать решения, выходящие за рамки существующих алгоритмов и технологий [7]; навык ставить под сомнение эффективность традиционных методов, принимать противоречия и творчески их переосмысливать, проявлять креативность и культуру исследования [17].

Исходя из вышеперечисленного, будем в работе использовать трактовку термина «инновационное мышление» как творческого, научно-теоретического, социально-позитивного, конструктивного, преобразующего и прагматичного мышления, направленного на поддержку инновационной деятельности.

М. Rodríguez-Martín, P. Rodríguez-González, A. Sánchez-Patrocínio, J. R. Sánchez принимают за основу положение, что деятельность по моделированию является полезным инструментом для формирования универсальных компетенций профессий будущего, в том числе инновационного мышления [18]. В частности, как отмечают I. Danyanov, N. Tsankov [19], моделирование позволяет обучающимся приобретать важные навыки для укрепления своих теоретических знаний и осознания своей будущей профессиональной карьеры. Однако овладение этими инструментами требует от самих учащихся значительных мыслительных усилий, применения воображения, инновационного мышления, способности к самостоятельной созидательной деятельности [20]. От наставника требуется организация целенаправленной педагогической поддержки, предполагающей планирование инновационной учебной деятельности.

И. Д. Столбова, Е. П. Александрова, Л. В. Кочурова, К. Г. Носов рассматривает профильные аспекты графического образования [21]. Авторы считают, что для устранения разрыва между уровнем подготовки выпускников и реальными требованиями

общества, промышленности необходимо внедрять инновационные образовательные технологии, направленные на формирование способности работать в команде, компетенций в области цифровых технологий, а также готовности осуществлять проектирование на основе пространственного моделирования [2]. Важным результатом работы для проводимого исследования является обоснование необходимости практики выполнения проектов в формате 3D для персонализации обучения. Среди основных инновационных технологий в образовании Н. Mykhailyshyn, O. Kondur, L. Serman [15] выделяют следующие: мобильные платформы и сервисы; обучающие программы на основе искусственного интеллекта и анализа больших данных; цифровые ресурсы, позволяющие воздействовать на интенсивность обратной связи; инновационные формы активизации познавательной деятельности студентов.

М. Chugunov, I. N. Polunina представляют междисциплинарный подход, интегрирующий методы и средства 3D-моделирования в образовательном процессе [23]. Проблемная задача решается в двух взаимосвязанных средах: натурной и виртуальной. Работа в 3D-пространствах необходима, по мысли авторов, для проектирования киберфизических устройств, свершения инноваций в науке и технике. Они описывают научный подход к проектированию, основанный на использовании интегрированной модельной среды. Процесс проектирования реализуется как создание моделей разного типа: натурной и виртуальной. Авторы обосновывают, что такой подход к проектированию весьма эффективен для укрепления межпредметных связей, формирования основ созидательной исследовательской деятельности.

А. I. Benzer, B. Yildiz доказывают, что компьютерное 3D-моделирование, как одна из инновационных цифровых технологий, способна обеспечить большие возможности для формирования востребованных навыков учащихся [9]. Авторы изучают влияние технологии на воображение, подготовку к профессиональной самореализации. О. А. Мудракова, С. А. Латушкина на практике применяют дидактические возможности 3D-моделирования для развития пространственного мышления [8]. Учёными проанализированы особенности проведения занятий, рассмотрен опыт использования 3D-моделирования в обучении. Tien-Chi Huang, Chun-Yu Lin рассматривают различные аспекты от 3D-моделирования до 3D-печати [12]. Работа в трёхмерной среде, как показывают авторы, развивает навыки наблюдения, проектирования и обработки информации. Однако индивидуальные различия и психофизиологические особенности могут влиять на результаты обучения, понимание принципов трехмерного моделирования. В рамках 3D-моделирования субъекты познания должны учиться смотреть на вещи под разными углами, уметь строить абстрактные когнитивные пространства. Tien-Chi Huang, Mu-Yen Chen, Chun-Yu Lin [13] отмечают, что по мере развития 3D-технологий, 3D-принтеры также внедряются в образование в качестве средства для познания и обучения. Кроме того, учащиеся получают возможность наблюдать и физически реагировать на модель, тем самым повышается качество конструирования и понимания. В работе A. Sánchez, C. Gonzalez-Gaya, P. Zulueta, Z. Sampaio рассматривается использование прототипов для решения проблем трехмерного моделирования и 3D-печати в качестве поддержки развития математического понимания, творчества и технологической грамотности [23]. T. Molano отмечает, что одним из проявлений преобладающих технологических мегатрендов, наряду с робототехникой, новыми видами энергии, является 3D-печать [24]. М.-Y. Chen определяет возможности 3D-печати для формирования инновационного типа мышления (3D-мышления), а также преимущества применения ресурсов 3D-печати в образовательном процессе [12]. Кроме того,

по мысли L. Wei, K. Lu, X. Zhang, ещё одним фактором, определяющим актуальность изучения 3D-технологий и получения практики 3D-моделирования, является возрастающая конкуренция на рынке труда и в мировом экономическом пространстве [25].

K. Hutchison, L. Paatsch, A. Cloonan обосновывают, что технологии создания объёмных изображений стирают границы реального и виртуального мира. Однако применение их на практике в значительной степени ограничивается промышленным прототипированием, включением автоматизированного проектирования/автоматизированного производства для изготовления виртуальных моделей [26]. Овладение методами трехмерного моделирования, подчёркивают авторы, становится важной универсальной компетенцией, а инновации, поддержанные применением 3D-технологий, способны привести к прорывам в науке и промышленности [27]. В частности, современные технологии передачи 3D-изображения поддерживают развитие кино- и видеоиндустрии. Например, очки с разноцветными или поляризационными фильтрами, создают иллюзию объема. В ближайшие годы настоящие объёмные дисплеи получат более широкое распространение как в науке (для визуализации разного рода 3D-объектов), так и в индустрии развлечений. В конструкции объёмных дисплеев воплощается принцип генерации 3D-изображения с помощью быстро вращающегося плоского экрана (за счет инерционности человеческого зрения двухмерная картинка разворачивается в трехмерную); принцип создания дисплея по принципу 2D (объем строится из дискретных элементов переменной яркости).

Как отмечает В. Теравчевић [28], технологии, поддерживающие 3D-моделирование, необходимо внедрять во все сферы жизнедеятельности. Технологии объёмной графики являются потенциалом будущего развития экономики. Например, 3D-печать способна минимизировать необходимость в строительной-технической документации и подвести непосредственно к печати полноразмерных экспериментальных моделей, предшествующих постройке строительных конструкций. Кроме того, 3D-проектировщики смогут использовать в своей работе специальные методы и технологии: визуализацию, анимацию, 3D-дизайн и рендеринг, которые позволят превращать идеи в цифровые объекты. При преобразовании 3D-изображения в физические объекты, специалисты будут обращаться непосредственно к технологиям 3D-моделирования и проектирования.

Необходима система подготовки педагогов, готовых к самостоятельной творческой работе и способных к новаторству. Реализация этого предполагает создание условий для выявления, мотивации, поддержки и поощрения обучающихся, проявляющих интерес к 3D-технологиям (3D-печати, 3D-моделированию, 3D-сканированию, объёмному художественному и техническому творчеству); повышение качества образования, а также активности среди обучающихся; углубление понимания физических основ функционирования конструируемых механизмов; внедрение новых педагогических технологий в образовательное пространство; развитие сотрудничества системы образования и потенциальных работодателей; поддержка профессионального самоопределения личности; распространение и популяризация информации о новых цифровых технологиях. Соответственно обнаруживается широкий спектр проблем дидактического и программно-технического характера: необходимость освоения новой трехмерной среды моделирования, трудности содержательного и задачного наполнения, проектирование образовательной среды в соответствии с требованиями рынка труда, вызовами будущего и т.п. Анализ требований работодателей, позволяет обоснованно заключить, что специалист имеющий опыт трехмерного моделирования, способный к свершению открытий и внедрению их на практике, может трудоустроиться дизайне-

ром, художником, визуализатором, проектировщиком, в игровой и киноиндустрии. Например, при проектировании конструкций механизмов, зданий от востребованного профессионала потребуются опыт разработки трехмерных моделей по чертежам и техническим заданиям в средах компьютерного моделирования. При моделировании игрового мира от высококвалифицированного специалиста потребуются скорость создания модели, применение правильной топологии для придания сходства 3D-модели и исходного концепта.

Таким образом, необходимо отметить, что технологии 3D-моделирования действительно способствуют формированию образовательного пространства, поддерживающего развитие инновационного мышления в ходе творческой деятельности по конструированию трехмерных объектов. Как следствие, возникает необходимость совершенствования модели обучения с учётом возможностей 3D-технологий для ответа на вызовы будущего, обеспечения конкурентоспособности, поддержки профессиональной самореализации обучающегося, развития востребованного инновационного мышления.

---

## Материалы и методы

Результаты исследований T.-Ch. Huang, Ch.-Y. Lin [12] позволили описать дидактические возможности технологии трехмерного моделирования, средств 3D-печати [13]. При изучении методических аспектов использования технологий 3D в образовательном пространстве вуза для развития мышления, креативности, прагматичности, технологичности и т.п. использовались праксиметрические методы на предмет описания, характеристики, анализа применяемых методов, средств, форм организации и контроля; систематизация и обобщение идей и закономерностей, принципов дидактики в преподавании. Обобщение выводов А. Szymanski [14] поспособствовало обоснованию заключения, что для формирования инновационного мышления опыт исследования и практика моделирования в области современной науки являются эффективными дидактическими средствами. За основу инновационной деятельности обучающихся по разработке проектов принято положение Н. Mykhailyshyn, O. Kondur, L. Serman, что нет интеллектуального развития без проектирования соответствующего образовательного пространства, без планирования познавательной деятельности [15].

Объект исследования – технология трехмерного моделирования.

Средства исследования: программные среды для 3D моделирования (Blender, 3DSlash, SketchUp, Paint 3D), ресурсы MS Office для представления данных, онлайн калькулятор для обработки результатов педагогического эксперимента по критерию  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона.

Гипотеза исследования состояла в том, что применение в дидактическом процессе технологии трехмерного моделирования позволит повысить качество обучения в плане формирования инновационного мышления, как важного качества востребованного специалиста будущего. В этой связи важными являются эмпирические методы (наблюдение, анализ результатов инновационной деятельности обучающихся) для получения актуальных сведений о формировании свойств инновационного мышления и повышении качества обучения в целом. В педагогическом эксперименте были задействованы 58 студентов направления 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), из которых были сформированы экспериментальная

и контрольная группы, каждая по 29 человек. В составе экспериментальной группы 75 % девушек и 25 % юношей, а в контрольной группе 70 % девушек и 30 % юношей. Все испытуемые – студенты четвёртого курса, средний возраст которых составил 22 года. Эксперимент проводился в рамках курса «Компьютерное моделирование». Для обработки результатов педагогического эксперимента, после проверки всех требований к его применимости, был использован критерий  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона [16].

## Программа исследования

Основная цель эксперимента заключалась в проверке эффективности использования технологий 3D-моделирования для развития инновационного мышления.

На подготовительном этапе эксперимента были выделены характеристические признаки инновационной деятельности; отобран перечень умений, которые впоследствии оценивались; сформулированы задания, соответствующие этому набору. Далее среди участников было проведено входное тестирование. Вопросы для измерения до эксперимента, как и в случае после, конструировались с учётом базовых свойств инновационного мышления. Согласно этим свойствам инновационное мышление должно быть: творческим; научно-теоретическим; общественно значимым; технологичным; преобразующим; прагматичным. Исходя из этих специфических особенностей, были сформулированы 6 типов вопросов (каждый тип включался в тест два раза для более точного контроля): вопрос на творческую составляющую деятельности при моделировании; на работу с определением/понятием; на определение значимости модели для социума; на оценку возможности практического применения устройства; на выбор метода, средства для решения задачи; на выявление рисков от внедрения. Таким образом, оба варианта теста состояли из 12 задач, каждое из которых оценивалось в 2 балла. Примеры заданий по каждому базовому свойству:

1. Выберите из списка правильный вариант. «Информационная модель строится для... Элементы списка: определения субъекта моделирования, решения теоретической или практической задачи».

2. По предписанию Роспотребнадзора в столовые лагеря необходимо выложить пол плиткой. Директор рассматривает два варианта. Цена плитки, стоимости доставки и укладки представлены в таблице. Требуется сделать обоснованный выбор сметы ремонта, исходя из ответа на вопрос «Во сколько рублей директору лагеря обойдется самый дешёвый вариант покрытия пола в столовой?».

3. Фармацевт и художник-пейзажист отдельно друг от друга строят модели цветка, выделяя существенные свойства объекта для решения задачи, определяемой особенностями их профессии. Соотнесите субъекта, строящего модель к свойствам существенным для его целей моделирования: ареал обитания, строение бутона, лекарственные свойства, цвет лепестков бутона, форма листьев, период сбора.

4. Укажите еще одно направление обработки информации кроме перечисленных: получение новой информации из исходной путем выполнения над нею математических и логических операций; представление информации в различных формах без изменения содержания; поиск информации, удовлетворяющей заданным требованиям, в большом информационном массиве.

5. Разработать информационную модель решения задачи: «Планирование отдыха семьёй». Путёвку нужно бронировать заранее. На сайте туристической компании



размещены данные о стоимости путёвок. В каждом месяце цена семейной путевки разная. Определите с помощью информационной модели, в каком месяце выгоднее всего ехать в отпуск и сколько денег при этом будет потрачено на путёвку?

б. Даны две практические задачи построения информационной модели. К каждой задаче перенесите возможные цели построения информационной модели (одна и та же цель может подходить для нескольких задач; могут быть цели, которые не подходят ни для одной задачи).

В ходе формирующего эксперимента преподаватель формулировал проблемные ситуации, предполагающие инновационную деятельность средствами 3D-технологий. Для разрешения проблемы им определялись методы и средства для педагогической поддержки интеллектуальной деятельности обучающихся, отбирались инструменты и функциональные возможности среды трехмерного моделирования. Здесь же прогнозировался образ возможной трехмерной модели как результат проектного решения. Собственные 3D-модели разрабатывались студентами после получения базовых навыков работы по моделированию в программах, опыта создания 3D-объектов по рабочим чертежам и технической документации; конструирования, программной разработки и основ проектной деятельности.

При обработке и интерпретации материалов тестирования уровень сформированности умений, составляющих основу инновационного мышления, определялся по следующей шкале: высокий уровень – если результат более 20 баллов; средний уровень – если итоговое значение от 10 до 19 баллов (включительно); низкий уровень – если результат меньше 9 баллов.

Уровень «высокий»: обучающийся самостоятелен в решении задач, выдвижении гипотез, предложении идей, формулировании умозаключений, составлении алгоритма для достижения результата деятельности. Обоснованно выбирает средства и методы в соответствии с целью моделирования. Понимает возможность применения изобретения на практике. Объективно оценивает риски и преимущества для материального производства, науки и общества.

Уровень «средний»: обучающемуся необходима незначительная помощь наставника в постановке задачи, составлении алгоритма, выдвижении гипотез, предложении идей, формулировании умозаключений. Испытывает трудности при выборе средств и методов, оптимально отвечающих цели моделирования, которые не влияют на качество принимаемого решения. Не всегда целостно представляет общественную значимость инновации, максимальный потенциал её применения для преобразования материального мира; возможность применения изобретения на практике. При оценке рисков и преимуществ для производства, науки и общества допускает некоторые не критические ошибки, не снижающие ценность изобретения.

Уровень «низкий»: обучающийся только при постоянной поддержке наставника способен выполнить постановку задачи, предлагает одну-две идеи. В ходе рассуждений, умозаключений допускает ошибки, существенные для решения проблемы. Даже при содействии педагога не всегда способен реализовать составленный алгоритм. Не задумывается о необходимости обоснований при выборе средств и методов для достижения цели моделирования. Не во всех случаях понимает возможность применения изобретения на практике. При оценке рисков и преимуществ для производства, науки и общества допускает ошибки, существенно снижающие ценность и социальную значимость изобретения.

## Результаты исследования

По авторскому представлению, инновационное мышление в обязательном порядке должно быть творческим; научно-теоретическим; социально-значимым; конструктивным; преобразующим; прагматичным. Деятельность преподавателя при проектировании образовательного пространства, поддержанного технологиями трехмерного моделирования и ориентированного на формирование инновационного мышления, включает в себя предоставления возможности обучающемуся самостоятельного выбора среды конструирования, объекта моделирования, темпа работы. Предварительный отбор среды для трехмерного моделирования вначале должен проводиться педагогом, например, по следующим критериям: платный/бесплатный сервис; подходы к моделированию; наличие русскоязычного интерфейса; скорость работы, спектр инструментов; какие объекты в основе конструирования; обновления; наличие бесплатных видео-уроков и справки; возможность создавать собственные фигуры и модели; поддержка печати на 3D-принтере.

Методическая составляющая предполагает проведение консультаций, выявление достоинств и недостатков предложенных сред конструирования, выделением необходимых функциональных возможностей. Здесь же преподаватель конкретизирует планируемые результаты до требуемых умений и навыков. Требуемые умения: конструировать необходимые объекты, предназначенные для последующего моделирования в автоматизированных системах; тестировать, находить и исправлять ошибки в работе устройств, вносить коррективы в информационные и 3D-модели. Требуемые навыки: умение создавать чертежи в соответствии с ГОСТами; проектирование в САПР; создание сложных технических объектов; умение печатать на 3D-принтере; настройка слайсера под необходимые параметры печати; умение работать с электронными компонентами. Требуемые знания: физические основы моделирования трехмерной объемной конструкции, оформления чертежей и текстовой конструкторской документации; принципы работы и устройства 3D-принтера; положения техники безопасности. В рамках этого направления деятельности преподаватель разрабатывает дифференцированные инструкции по конструированию первых объектов на примере выполненных технических решений.

*1. Область инновации.* Перспективной отраслью развития промышленности является производство и испытание беспилотных автомобилей. Для подтверждения общественной значимости инновации приведём факт, что взрослый человек, согласно статистике, два часа в день проводит в дороге, а, в случае наличия у него беспилотного автомобиля, в эти два часа он получит дополнительное свободное время. Необходимо создать концепцию и предоставить модель беспилотного автомобиля. Требования к корпусу автомобиля: полностью создаётся с помощью технологий 3D-печати; предусматривается место для системы дистанционного управления. Обучающемуся необходимо придумать техническое решение, описать концепцию продукта и презентовать её на защите.

*Этапы инновационной деятельности:*

1. Провести анализ целевого рынка (объем, емкость, динамика).
2. Описать целевого потребителя (смоделировать портрет потребителя).
3. Провести анализ конкурентов/аналоги, представленные на рынке.

4. Обосновать ценность предлагаемого технического решения для потребителя (описать какие практические задачи потребителя будет решать изобретение).

5. Оценить научную, техническую новизну и общественную значимость предлагаемого технического решения.

2. Область инновации. В мультфильме от компании Disney «ВАЛЛ-И» продемонстрирована экологическая катастрофа, когда Земля заброшена человечеством из-за огромного загрязнения планеты. Для того, чтобы бороться с загрязнением, избежать такой ситуации в реальности требуется разработка новых технических средств ресурсосберегающего назначения. В этой связи, в сфере экологии находят применение беспилотные самолёты. С их помощью осуществляется борьба с браконьерами; выявляются миграционные пути животных, нарушения норм экологического законодательства; изучают таяния полярных льдов; проводят мониторинг лесов, побережья, акваторий, почвы и посевов; наблюдают за редкими видами животных; определяют влияния различных загрязнителей на глобальную экологическую ситуацию; определяют уровни загрязнений и ищут несанкционированные свалок. К вам поступил запрос на разработку модели планера и подготовке его в 3D-формате (распечатанном на 3D-принтере). Размер тестируемого планера не должен превышать: 150\*150\*150 мм.

*Этап инновационной деятельности:*

1. Выполнить двумерный технический рисунок изделия с необходимым количеством проекций и указанием размеров в соответствии со стандартами.

2. Используя чертёж, создать 3D-модель самолёта, и разделить по необходимости на части.

3. Создать чертеж всех деталей изделия (в электронном виде) с необходимым числом проекций и указанием размеров по стандартам. Сохранить созданные файлы, коды в свою рабочую папку.

4. Выполнить печать моделей с максимальным качеством и, если модель печаталась частями, то склеить детали вместе.

5. Протестировать получившийся планер путём запуска в воздух (чем больше длительность полёта, тем лучше).

При разработке модели должны быть учтены технические возможности оборудования и время, требуемое для изготовления модели. Во время работы разрешается пользоваться Интернетом для получения справочных данных. Загрузка и использование в своих моделях каких-либо готовых файлов запрещены. Таким образом, описаны направления деятельности преподавателя для привлечения студентов к инновационной деятельности на основе технологий трехмерного моделирования.

На фиксирующей стадии эксперимента проводилось повторное измерение, также содержащее 12 тестовых заданий, сконструированных по описанному ранее принципу. Проверка эффективности дидактического потенциала применения 3D-технологий для развития инновационного мышления и статистического анализа достоверности результатов педагогического эксперимента осуществлялась при помощи критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона. Результаты контрольного мероприятия представлены в таблице 1.

Для применения критерия были сформулированы гипотезы:

$H_0$ : сдвиг в повышении уровня инновационного мышления после изучения технологии 3D-моделирования и получения практики проектирования в трёхмерной среде является случайным.

$H_1$ : сдвиг в повышении уровня инновационного мышления после изучения технологии 3D-моделирования и получения практики проектирования в трёхмерной среде, неслучаен.

Таблица 1

Результаты эксперимента

Уровень инновационного мышления	Количество испытуемых (чел.)			
	Экспериментальная группа (29 обучающихся)		Контрольная группа (29 обучающихся)	
	До	После	До	После
Высокий	5	11	5	6
Средний	10	14	9	10
Низкий	14	4	15	13

Вычисляем значение статистики критерия до ( $\chi^2_{набл.1}$ ) и после ( $\chi^2_{набл.2}$ ) эксперимента с помощью онлайн-ресурса <http://medstatistic.ru/calculators/calchit.html>. Выберем уровень значимости  $\alpha = 0,05$ . В данном случае  $c = 3$ , значит, число степеней свободы  $v = c - 1 = 2$ . По таблицам распределения  $\chi^2$  для  $v = 2$  и  $\alpha = 0,05$  критическое значение статистики равно 5,99. Таким образом, получаем:  $\chi^2_{набл.1} < \chi^2_{крит}$  ( $0,09 < 5,99$ ), а  $\chi^2_{набл.2} > \chi^2_{крит}$  ( $6,9 > 5,99$ ). Согласно правилу принятия решений, это означает, что до проведения эксперимента верной является гипотеза  $H_0$ , а после проведения эксперимента верной является гипотеза  $H_1$ . Итак, повышение уровня инновационного мышления после моделирования в трёхмерной среде, можно считать неслучайным.

Выполняя количественный анализ приведенных результатов, можно сделать вывод, что после завершения эксперимента у 38% обучающихся экспериментальной группы уровень сформированности базовых свойств, составляющих основу инновационного мышления, оказался высоким, в то время, как первоначально этот процент был равен 17%. Аналогичный уровень в контрольной группе показали только 21% обучающихся (до начала эксперимента, значение также было равно 17%). Динамика значений по другим уровням в экспериментальной группе также свидетельствует о качественном улучшении показателей обучения и сформированности отслеживаемых качеств личности (см. рис. 1).

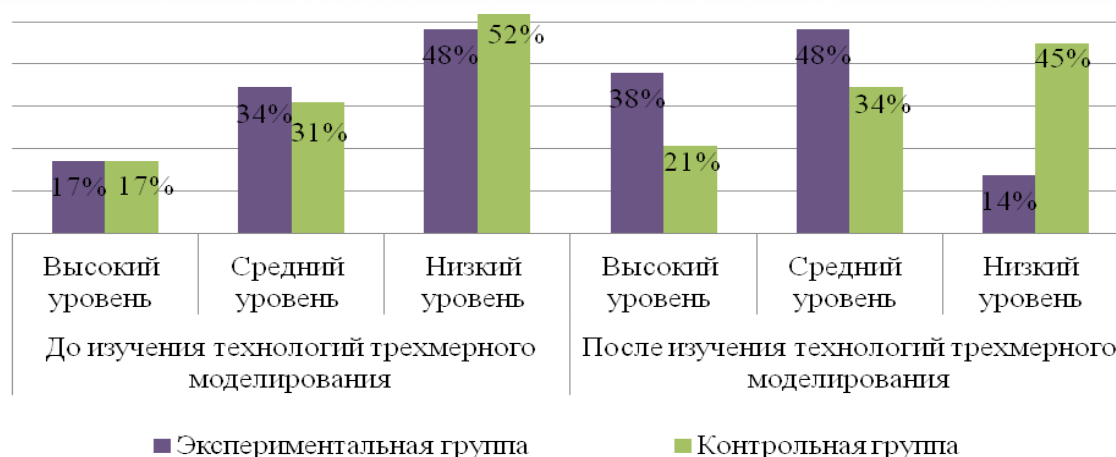


Рисунок 1 Динамика показателей

Обсуждение результатов

Таким образом, в ходе выполнения проектов по трехмерному моделированию, обучающиеся систематизировали необходимый понятийный аппарат, изучали раз-

личные функциональные возможности программных сред и устройств 3D-печати, получали возможность решать конкретные практические и социально значимые проблемы будущего, проявляя при этом самостоятельность в выборе 3D-средств, методов познания.

Справедливым будет вывод, что различия в уровнях сформированности инновационного мышления обусловлены именно применением средств и методов 3D-моделирования как эффективной педагогической технологии обучения.

Презентация готовых трехмерных моделей потенциальным работодателям г. Кирова подтвердила значимость изобретений, так как многие из них высказали готовность оказать содействие в организации и проведении производственных стажировок, учебной практики студентов, а также взаимодействовать по разработке и внедрению новых образовательных программ по профессиям будущего для подготовки высококвалифицированных специалистов отрасли при предоставлении дополнительной информации.

## Заключение

Таким образом, в процессе трехмерного моделирования обучающиеся создают 3D-объекты по рабочим чертежам и технической документации, участвуют в разработке проектной документации изделия; выполняют визуализацию и текстурирование объектов, анализируют моделируемые изделия на техничность, генерируют и совершенствуют инженерные решения; выполняют презентацию проекта с устным сопровождением и обоснованием общественной значимости. Объекты для 3D-моделирования могут быть абстрактными, а могут соответствовать реальным проблемам общества, экономики, науки (ресурсосбережение, безопасность жизнедеятельности, архитектура, кино- и видеоиндустрия и т.п.). Работа в 3D-пространствах эмоционально привлекательна для обучающихся, поддерживает развитие мыслительных процессов высокого порядка, профессиональное самоопределение и позволяет получить навыки, востребованные на рынке труда.

Каждое из перечисленных направлений деятельности обучающихся соотносится с теми характеристическими особенностями инновационного мышления, которые определены авторами в качестве базовых свойств: творчество/креативность, прагматичность, технологичность, социальный характер, направленность на преобразование. Таким образом, использование технологии трехмерного моделирования поддерживает организацию инновационной деятельности в образовательном пространстве, способствует формированию инновационного мышления как важного фактора профессиональной успешности человека и развития конкурентоспособности страны в целом.

## REFERENCES

1. Perig A. V. Didactic student-friendly approaches to more effective teaching of the fundamentals of scientific research in a digital era of scientometrics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018, vol.14. em1632. DOI: 10.29333/ejmste/97188
2. Martyakova E., Gorchakova E. Quality Education and Digitalization of the Economy. *Proceedings of the 4th International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing*. Cham, Springer International Publishing, 2019. pp. 212–218. Available at: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-18180-2\\_17](http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-18180-2_17) (accessed 12 March 2020).
3. Ignatova T. V., Filimontseva E. M. Higher education impact onto development of innovative thinking of managers. *Revista ESPACIOS*, 2019, vol. 40, no. 21. Available at: <https://ssrn.com/abstract=3496342> (accessed 12 March 2020).
4. Order of the Ministry of Labor of Russia dated 10/18/2013 N 544н (as amended on 08/05/2016) "On approval of

- the professional standard“ Teacher (pedagogical activity in the field of preschool, primary general, basic general, secondary general education) (educator, teacher)”(Registered in Ministry of Justice of Russia 06.12.2013 N 30550) [Electronic resource]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_155553/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155553/) (accessed 16 March 2020).
5. Artemyeva V. A., Veselova E. K., Dvoretzskaya M. Ya., Korzhova E. Yu. Social responsibility and innovativeness of the personality of students with experience and without work experience in the specialty. *Bulletin of the Novosibirsk State Pedagogical University*, 2018, no. 5, pp. 73–90. DOI: 10.15293/2226-3365.1805.05
  6. The Federal State Educational Standard for Higher Education - Bachelor in Education 44.03.05 Pedagogical Education (with two training profiles). Order of the Ministry of Education and Science February 22, 2018. [Electronic resource]. Available at: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440305\\_B\\_3\\_16032018.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/440305_B_3_16032018.pdf) (accessed 23 February 2020).
  7. Cheremukhin P.S., Shumeiko A. A. Educational robotics as a factor in the development of network interaction in a system of level engineering training. *Integration of Education*, 2018, vol. 22, no. 3, pp. 535–550. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.535-550
  8. Mudrakova O. A., Latushkina S. A. Using the didactic capabilities of 3d modeling for the development of spatial thinking of students. *Pedagogy*, 2020, vol. 1, no. 1, pp. 139-144. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41804676> (accessed 16 March 2020).
  9. Benzer A. I., Yildiz B. The effect of computer-aided 3D modeling activities on pre-service teachers' spatial abilities and attitudes towards 3d modeling. *Journal of Baltic Science Education*, 2019, vol. 18 (3), pp. 335-348. DOI: 10.33225/jbse/19.18.335
  10. Novak E., Wisdom S. Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science. *Journal of Science Education and Technology*, 2018, vol. 27, no. 5, pp. 412–432. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s10956-018-9733-5> (accessed 16 March 2020).
  11. Grinshkun V.V., Krasnova G.A. The effective use of information technology and other problems of improving the training of highly qualified personnel in graduate school. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series "Informatization of Education"*, 2018, vol. 15, no. 2, pp. 135-143. DOI: 10.22363/2312-8631-2018-15-2- 135-143
  12. Huang T.-Ch., Lin Ch.-Y. From 3D modeling to 3D printing. *Telematics and Informatics*, 2017, vol. 34 (2), pp. 604-613. DOI: 10.1016/j.tele.2016.10.005
  13. Huang T.-Ch., Chen M.-Y., Lin Ch.-Y. Exploring the behavioral patterns transformation of learners in different 3D modeling teaching strategies. *Computers in Human Behavior*, 2019, vol. 92, pp. 670-678. DOI: 10.1016/j.chb.2017.08.028.
  14. Szymanski A. Prototype Problem Solving Activities Increasing Creative Learning Opportunities Using Computer Modeling and 3D Printing. *Creativity and Technology in Mathematics Education*. Cham, Springer International Publishing, 2018. Vol. 10. p. 323–344. Available at: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-72381-5\\_13](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-72381-5_13) (accessed 16 March 2020).
  15. Mykhailyshyn H., Kondur O., Serman L. Innovation of Education and Educational Innovations in Conditions of Modern Higher Education Institution. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 2018, vol. 5. DOI: 10.15330/jpnu.5.1.9-16.
  16. Ostapenko R.I. Mathematical Foundations of Psychology. Teaching Aid. Voronezh, VGPU Publ., 2010. 76 p. (in Russ.)
  17. Usoltsev A.P., Shamalo T.N. Formation of innovative thinking of schoolchildren in the educational process. *Education and Science*, 2014, no. 4 (113), pp. 17-30. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21560167> (accessed 16 March 2020).
  18. Rodríguez-Martín M., Rodríguez-González P., Sánchez-Patrocinio A., Sánchez J. R. Short CFD simulation activities in the context of fluid-mechanical learning in a multidisciplinary student body. *Applied Sciences (Switzerland)*, 2019, vol. 9(22), p. 4809. DOI: 10.3390/app9224809
  19. Damyanov I., Tsankov N. The Role of Infographics for the Development of Skills for Cognitive Modeling in Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 2018, vol. 13(01), pp. 82. DOI: 10.3991/ijet.v13i01.7541
  20. Lin L., Shadiev R., Hwang W., Shen S. From knowledge and skills to digital works: An application of design thinking in the information technology course. *Thinking Skills and Creativity*, 2020, vol. 36. DOI: 10.1016/j.tsc.2020.100646
  21. Stolbova I.D., Aleksandrova E.P., Kochurova L.V., Nosov K.G. Profile Aspects of Graphic Education at Polytechnic University. *Vyshee obrazovanie v Rossii - Higher Education in Russia*, 2019, vol. 28, no. 3. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-3-
  22. Chugunov M., Polunina I. N. Interdisciplinary modelling of robots using CAD/CAE technology. *Mordovia University Bulletin*, 2018, vol. 28, no. 2. pp. 181-190. DOI: 10.15507/0236-2910.028.201802.
  23. Sánchez A., Gonzalez-Gaya C., Zulueta P., Sampaio Z. Introduction of Building Information Modeling in Industrial Engineering Education: Students' Perception. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9 (16). p. 3287. DOI: 10.3390/app9163287
  24. Molano T. C. The skills of pre-service teachers of region II, philippines in the 21st century. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 2020, vol. 9(2), pp. 4108-4110.
  25. Wei L., Lu K., Zhang X. The Structure Model of E-Learning Support System for Innovative Talents Training Environment. *Ekoloji Dergisi*, 2019, vol. 107, pp. 4313-4320. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/279845092\\_Structure\\_Oriented\\_Evaluation\\_Model\\_for\\_E-Learning](https://www.researchgate.net/publication/279845092_Structure_Oriented_Evaluation_Model_for_E-Learning) (accessed 16 March 2020).

26. Hutchison K., Paatsch L., Cloonan A. Reshaping home–school connections in the digital age: Challenges for teachers and parents. *E-Learning and Digital Media*, 2020, vol. 17(2), pp. 167-182. DOI: 10.1177/2042753019899527
27. Ruano-Borbalan J. -C. Pluridisciplinary Programmes for Innovation: Realities and Limits of a Promising Form of Learning. *European Journal of Education*, 2019, vol. 54 (4), pp. 538-551. DOI: 10.1111/ejed.12370.
28. Тепавчевић В. Design thinking models for architectural education. *The Journal of Public Space*, 2017, Sp. Iss.2 (3), pp. 67-72. DOI: 10.5204/jps.v2i3.115.

**Информация об авторах**

**Машарова Татьяна Викторовна**  
(Россия, г. Москва)

Профессор, доктор педагогических наук, профессор  
департамента педагогики Института педагогики и  
психологии образования  
Московский городской педагогический университет  
E-mail: mtv203@mail.ru  
ORCID ID: 0000-0001-5974-7748

**Бушмелева Наталья Александровна**

(Россия, г. Киров)

Доцент, кандидат педагогических наук, декан  
факультета компьютерных и физико-математических  
наук  
Вятский государственный университет  
E-mail: na\_bushmeleva@vyatsu.ru  
ORCID ID: 0000-0002-9709-1804

**Перевозчикова Марина Сергеевна**

(Россия, г. Киров)

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
цифровых технологий в образовании  
Вятский государственный университет  
E-mail: ms\_perevozchikova@vyatsu.ru  
ORCID ID: 0000-0003-1258-0690

**Хлобыстова Ирина Юрьевна**

(Россия, г. Глазов)

Доцент, кандидат педагогических наук, доцент  
кафедры математики и информатики  
Глазовский государственный педагогический  
институт им. В.Г. Короленко  
E-mail: hloirina@mail.ru  
ORCID ID: 0000-0001-7672-0838

**Information about the authors**

**Tatyana V. Masharova**  
(Russia, Moscow)

Professor, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,  
Department of Pedagogy, Institute of Pedagogy and  
Psychology of Education  
Moscow City University  
E-mail: mtv203@mail.ru  
ORCID ID: 0000-0001-5974-7748

**Natalya A. Bushmeleva**

(Russia, Kirov)

Associate Professor, PhD in Pedagogical Sciences,  
Dean of the Faculty of Computer and Physics and  
Mathematics  
Vyatka State University  
E-mail: na\_bushmeleva@vyatsu.ru  
ORCID ID: 0000-0002-9709-1804

**Marina S. Perevozchikova**

(Russia, Kirov)

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor of the  
Department of Digital Technologies in Education  
Vyatka State University  
E-mail: ms\_perevozchikova@vyatsu.ru  
ORCID ID: 0000-0003-1258-0690

**Irina Yu. Khlobystova**

(Russia, Glazov)

Associate Professor, PhD in Pedagogical Sciences,  
Associate Professor of the Department of Mathematics  
and Computer Science  
The Glazov Korolenko State Pedagogical Institute  
E-mail: hloirina@mail.ru  
ORCID ID: 0000-0001-7672-0838