

9. Shenkman B. S., Vinogradova O. L., Mazin M. G. et al. The physiological cost of physical activity and the volume of mitochondria of working muscles in people under conditions of prolonged hypokinesia. Effects of resistive local loads. *Fiziologiya cheloveka = Human physiology*. 2003;29(2):75—80. (In Russ.)
10. Meerson F. Z. Adaptation, stress and prevention. Moscow, Nauka, 1981. 278 p. (In Russ.)
11. Matveev L. P. Theory and Methods of Physical Culture. Textbook for Institutes of Physical Culture. Moscow, Fizicheskaya kul'tura i sport, 1991. 543 p. (In Russ.)
12. Ozolin N. G. The Coach's Handbook: The Science of Winning. Moscow, AST, Astrel', 2004. 863 p. (In Russ.)
13. Zatsiorsky V. M. Physical qualities of an athlete: the basics of the theory and methods of education. Moscow, Sovetskii sport, 2009. 199 p. (In Russ.)
14. Pugachev I. Yu. Application of the author's principle of "information compression" for the effective implementation of the competitiveness of high-class athletes and the sports reserve of sports training. *Resursy konkurentosposobnosti sportsmenov: teoriya i praktika realizatsii = Resources of Competitiveness of Athletes: Theory and Practice of Implementation*. 2019;1:295—297. (In Russ.)
15. Pugachev I. Yu., Korablev Yu. Yu., Osmanov E. M. Priority areas for application of didactic principles in higher school of physical education pedagogy. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria: Gumanitarnye nauki = Tambov University Review. Series: Humanities*. 2017;22(1):39—62. DOI: 10.20310/1810-0201-2017-22-1(165)-39-62. (In Russ.)
16. Pugachev I. Yu., Osmanov E. M., Korablev Yu. Yu. Formation of the crew of the Navy of the Russian Federation for combat operations. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria: Gumanitarnye nauki = Tambov University Review. Series: Humanities*. 2011;12-1(104):147—152. (In Russ.)
17. Pugachev I. Yu., Dutov S. Yu., Osmanov E. M. Prevalence of tobacco smoking among various population groups and ways to prevent it. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria: Estestvennye i tekhnicheskie nauki = Tambov University Review. Series: Natural and technical sciences*. 2012;17(2):791—796. (In Russ.)
18. Dmitriev G. G., Pugachev I. Yu., Shchepinin V. E. et al. The importance of kettlebell lifting in improving the effectiveness of combat training of military personnel. *Proceedings of the final scientific conference of the Institute for 2003*. Saint Petersburg, Military Institute of Physical Culture publ., 2004:89—92. (In Russ.)
19. Pugachev I. Yu. Rowing and sailing all-around as an effective means of ensuring the professional performance of specialists of marine engineering and technical universities of the Russian Federation. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seria: Gumanitarnye nauki = Tambov University Review. Series: Humanities*. 2007;6(50):36—38. (In Russ.)
20. Lyakh V. I. Motor abilities of schoolchildren: fundamentals of the theory and methods of development. Moscow, Terra-Sport, 2000. 192 p. (In Russ.)
21. Pugachev I. Yu. An innovatively significant element of human physical performance. *Innovatsii v obrazovanii = Innovations in Education*. 2018;9;17—25. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 29.06.2023; одобрена после рецензирования 10.07.2023; принята к публикации 14.07.2023.
The article was submitted 29.06.2023; approved after reviewing 10.07.2023; accepted for publication 14.07.2023.

Научная статья

УДК 378.14

DOI: 10.25683/VOLBI.2023.64.730

Alexander Igorevich Lychagin

Assistant,
Lipetsk State Pedagogical University named after
P. P. Semenov-Tyan-Shansky
Lipetsk, Russian Federation
lychagin1996@bk.ru

Vyacheslav Petrovich Tigrov

Doctor of Pedagogy, Professor,
Head of the Department of Technology and Technical Creativity,
Lipetsk State Pedagogical University named after
P. P. Semenov-Tyan-Shansky
Lipetsk, Russian Federation
tigrisandn@mail.ru

Александр Игоревич Лычагин

ассистент,
Липецкий государственный педагогический университет
имени П. П. Семенова-Тян-Шанского
Липецк, Российская Федерация
lychagin1996@bk.ru

Вячеслав Петрович Тигров

д-р пед. наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии и технического творчества,
Липецкий государственный педагогический университет
имени П. П. Семенова-Тян-Шанского
Липецк, Российская Федерация
tigrisandn@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ — БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

5.8.7 — Методология и технология профессионального образования

Аннотация. В статье на основе выявленного противоречия приведена актуальность проблемы обучения 3D-моделированию. Раскрыта роль 3D-моделирования в технологическом образовании. Приведена научная новизна, а также

теоретическая и практическая значимость совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию. Приведена и обоснована необходимость обучения 3D-моделированию в рамках предметной области «Технология». Выявле-

ны преимущества технологического образования при обучении 3D-моделированию. Представлено сравнение предлагаемой педагогической модели совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию с общепринятым процессом обучения. Представлены педагогические условия, педагогические принципы и подходы к обучению будущих учителей технологии трехмерному моделированию и обоснованно их использование в рамках педагогической модели. Приведены и обоснованы используемые в рамках опытно-экспериментальной работы методы проверки и оценки компетенций трехмерного моделирования. Приведено описание опытно-экспериментальной работы, направленной на проверку педагогических условий совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию студентов — будущих учителей технологии. Раскрыта сущность этапов опытно-экспериментальной работы и приведено описание процессов обучения контрольных и экспериментальных групп с обозначением основных различий процессов обучения. Приведены и описаны результаты опытно-экспериментальной работы, направленной на проверку

педагогических условий совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию студентов — будущих учителей технологии. Произведена интерпретация результатов обучения полученных в ходе опытно-экспериментальной работы. Приведена оценка эффективности использования представленной педагогической модели с точки зрения динамики развития компетенций трехмерного моделирования и с точки зрения статистической значимости полученных результатов обучения трехмерному моделированию. Представлены выводы, основанные на интерпретации результатов опытно-экспериментальной работы. В заключение выявлены и обоснованы предложения по улучшению результатов обучения трехмерному моделированию.

Ключевые слова: предметная область «Технология», будущие учителя технологии, 3D-моделирование, обучение 3D-моделированию, педагогические условия, практические задания, производственно-ориентированный контекст обучения, опытно-экспериментальная работа, технологическое образование, профессиональная подготовка

Для цитирования: Лычагин А. И., Тигров В. П. Экспериментальная проверка педагогических условий совершенствования процесса обучения 3D-моделированию студентов — будущих учителей технологии // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 3(64). С. 438—444. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.64.730.

Original article

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR IMPROVING THE PROCESS OF TEACHING 3D MODELING TO STUDENTS — FUTURE TECHNOLOGY TEACHERS

5.8.7 — Methodology and technology of vocational education

Abstract. Based on the revealed contradiction, the article presents the relevance of the problem of teaching 3D modeling. The role of 3D modeling in technological education is revealed. The scientific novelty, as well as the theoretical and practical significance of improving the learning process of three-dimensional modeling is given. The necessity of teaching 3d modeling within the subject area “Technology” is given and justified. The advantages of technological education in teaching 3d modeling are revealed. A comparison of the proposed pedagogical model for improving the learning process of 3D modeling with the generally accepted learning process is presented. Pedagogical conditions, pedagogical principles and approaches to teaching 3D modeling to future technology teachers are presented and their use within the pedagogical model is justified. The methods of testing and evaluating the competences of three-dimensional modeling used in the framework of experimental work are presented and justified. The description of experimental work aimed at checking the pedagogical conditions for improving the process of teaching 3D modeling to students — future technology teachers is given. The essence of the stages of experimental work

is revealed and the description of the learning processes of control and experimental groups is given with the designation of the main differences in the learning processes. The results of experimental work aimed at testing the pedagogical conditions for improving the process of teaching 3D modeling of students — future technology teachers are presented and described. The interpretation of the learning results obtained in the course of experimental work is carried out. The evaluation of the effectiveness of using the presented pedagogical model from the point of view of the dynamics of the development of three-dimensional modeling competences and from the point of view of the statistical significance of the obtained results of teaching 3D modeling is given. The conclusions based on the interpretation of the results of experimental work are presented. Suggestions for improving the results of learning 3D modeling are identified and substantiated.

Keywords: subject area “Technology”, future technology teachers, 3D modeling, 3D modeling training, pedagogical conditions, practical tasks, production-oriented learning context, experimental work, technological education, vocational training

For citation: Lychagin A. I., Tigrov V. P. Experimental verification of pedagogical conditions for improving the process of teaching 3D modeling to students — future technology teachers. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2023;3(64):438—444. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.64.730.

Введение

Актуальность исследования обусловлена противоречием между необходимостью включения 3D-моделирования в содержание профессиональной подготовки будущих учителей технологии и недостаточным вниманием педагогических исследований к данному вопросу.

Изученность проблемы. При изучении научной и психолого-педагогической проблемы обучения трехмер-

ному моделированию благодаря трудам А. Л. Королева, О. А. Тарасовой, А. Д. Смагина, А. Т. Фаритова удалось выявить его значимость и актуальность для профессионального образования [1—4]. При этом анализ данной проблемы показал недостаточность уровня ее изученности и глубины проработки, особенно в области технологического образования, в частности в вопросе профессиональной подготовки будущих учителей технологии. Наиболее часто при изучении

проблемы обучения трехмерному моделированию обучающихся в системе общего образования встречались работы А. Л. Королева, О. А. Тарасовой, А. Т. Фаритова [1; 2; 4], где процесс обучения трехмерному моделированию был организован в рамках предметной области «Информатика», которая, по утверждениям Н. Л. Караваева, направлена на обучение работе с информацией, а именно ее обработку, хранение, передачу и т. д. [5]. Однако наиболее подходящей предметной областью для обучения трехмерному моделированию является предметная область «Технология», что обусловлено исторической взаимосвязью данной предметной области с производством [6]. В свою очередь современное производство на данный момент имеет тесную связь с трехмерным моделированием благодаря технологическим тенденциям, наблюдаемым в сфере станкостроения. Практически каждый современный станок имеет числовое программное управление (далее — ЧПУ), и для его полноценной эксплуатации пользователю необходимы компетенции трехмерного моделирования. Также необходимо отметить, что именно предметная область «Технология» имеет своей целью обучение преобразованию материальной действительности [7], а трехмерное моделирование, в свою очередь, способствует ускорению и упрощению данного [8].

Целесообразность разработки темы. На современном этапе развития предметной области «Технология» происходят процессы обновления ее содержания и методов обучения [9; 10]. Благодаря этим процессам обновляется материально-техническая база школ и высших учебных заведений [11]. Оборудование с ЧПУ теперь есть и в кабинетах технологии. Однако для того, чтобы использовать его в технологическом образовании, современный учитель технологии должен обладать навыками трехмерного моделирования. При этом необходимо отметить, что обучение трехмерному моделированию должно учитывать специфику технологического образования. Предметная область «Технология» имеет дополнительные возможности для совершенствования обучения трехмерному моделированию, обусловленные интегративной взаимосвязью со специфическими для технологического образования дисциплинами, такими как черчение, материаловедение, технологии обработки материалов, работа на высокотехнологичном оборудовании [6]. Помимо этого следует отметить и профориентационный потенциал предметной области «Технология», обусловленный исторической взаимосвязью с производственной сферой [12].

Научная новизна состоит в том, что концептуально обосновано включение трехмерного моделирования в содержание технологического образования; раскрыта специфика применения практико-ориентированного и интегративного подходов с целью совершенствования процесса обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию; выявлена и экспериментально обоснована совокупность педагогических условий совершенствования процесса обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию; разработана и апробирована педагогическая модель совершенствования процесса обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию.

Целью исследования является определение педагогических условий процесса обучения трехмерному моделированию студентов — будущих учителей технологии.

Задачи исследования:

- 1) концептуальное обоснование обучения трехмерному моделированию как компонента профессиональной подготовки будущих учителей технологии;
- 2) определение сущности и специфики обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию;

- 3) определение педагогических условий совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию студентов — будущих учителей технологии;

- 4) разработка педагогической модели совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию студентов — будущих учителей технологии;

- 5) проведение опытно-экспериментальной работы по апробации педагогических условий совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию будущих учителей технологии;

- 6) анализ результатов опытно-экспериментальной работы по апробации педагогических условий совершенствования процесса обучения трехмерному моделированию будущих учителей технологии;

- 7) разработка методических рекомендаций по совершенствованию процесса обучения трехмерному моделированию будущих учителей технологии.

Теоретическая значимость исследования определяется его вкладом в обучение трехмерному моделированию в условиях обновления содержания предметной области «Технология» в вузе с позиции практико-ориентированного и интегративного подходов, с точки зрения которых определены особенности процесса совершенствования обучения трехмерному моделированию. Определены педагогические условия, направленные на совершенствование процесса обучения трехмерному моделированию. Полученные данные могут послужить теоретической базой для дальнейших исследовательских разработок в области обучения трехмерному моделированию.

Практическая значимость исследования заключается в том, что использование материалов исследования позволит повысить качество профессиональной подготовки студентов — будущих учителей технологии посредством создания и реализации учебных планов, образовательных программ и рабочих программ дисциплин в соответствии с представленными в исследовании особенностями обучения трехмерному моделированию.

Основная часть

На основе анализа психолого-педагогической и научной литературы была разработана педагогическая модель совершенствования процесса обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию. Основой предложенной нами педагогической модели стали педагогические условия, которые были определены в соответствии со следующими подходами: интегративный, практико-ориентированный, деятельностный, компетентностный, личностно-ориентированный, системный.

Интегративный подход обусловлен наличием интегративной взаимосвязи технологического образования со специфическими для этой предметной области дисциплинами.

Практико-ориентированный подход обусловлен производственно-ориентированным контекстом обучения, выраженным в специально подготовленных практических заданиях, отражающих взаимосвязь получаемых обучающимися знаний с производственной сферой деятельности человека.

Деятельностный подход обусловлен прикладной сущностью технологического образования и общей его направленностью на преобразование окружающей действительности.

Компетентностный подход обусловлен тем, что по федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования компетенции являются результатами освоения дисциплины высшего образования [13]. **Личностно-ориентированный подход** обусловлен тенденциями современной парадигмы образования: гуманизацией, демократизацией, индивидуализацией. **Системный подход**

обусловлен необходимостью построения такого педагогического процесса, каждый элемент которого будет взаимосвязан со всеми остальными его элементами.

Приведенные подходы позволили определить следующие педагогические принципы: принцип производственно-ориентированного контекста обучения; принцип определения технического творчества в качестве системообразующего компонента обучения; принцип субъектной позиции обучающихся.

Принцип *производственно-ориентированного контекста обучения* обусловлен исторической связью технологического образования со сферой производства и отражением в его содержании соответствующих дисциплин. Данный принцип выражается в интегративном характере специфических для технологического образования дисциплин, что соответствует первому педагогическому условию. Принцип выделения *технического творчества в качестве системообразующего компонента обучения* выражается в создании творческо-технологической среды, обуславливающей особенности системного построения процесса обучения, что соответствует второму педагогическому условию. Принцип *субъектной позиции обучающегося* выражается в приоритете активных форм и методов активного обучения, что позволяет выделить наше третье педагогическое условие.

На основании приведенных подходов и принципов были определены следующие *педагогические условия*, обеспечивающие совершенствование процесса обучения будущих учителей технологии трехмерному моделированию, которые легли в основу предлагаемой педагогической модели: интеграция специфических для технологического образования дисциплин с 3D-моделированием на основе представлений об их взаимовлиянии; создание творческой технологической среды [14; 15], определяющей творческий характер взаимодействия субъектов педагогического процесса; приоритет применения активных форм и методов обучения.

Помимо этого нами были определены методы диагностики, а также критерии (*когнитивный, деятельностный*), показатели (*инструментальный, операционный, математический, объектный, процессуальный*) и уровни сформированности компетенций трехмерного моделирования (*начальный, продвинутой, высокий*), при помощи которых производилась оценка полученных в ходе опытно-экспериментальной работы данных.

Нами были определены два вида контроля: устный и практический.

Устный контроль включал в себя опрос и тестирование, с помощью которых оценивались три показателя, выделенных нами в процессе анализа обобщенного педагогического опыта обучения трехмерному моделированию: *инструментальный, операционный и математический*. Как опрос, так и тестирование были направлены на оценку знаний инструментов программного обеспечения для создания эскизов и объемных форм, а также на оценку знаний терминологии и понятий, необходимых для работы с используемым программным обеспечением. Помимо этого, при помощи опроса и тестирования оценивался *операционный* показатель, отвечающий за знание будущими учителями технологии назначения операций, необходимых для создания трехмерной модели, а также за умение определять правильный порядок их использования при решении практических заданий. Последним показателем, входящим в область устного контроля и определяемым при помощи тестирования и опроса, являлся *математический*, и он отвечал за знание основных математических операций, при помощи которых происходят основные операции построения эскизов, выдавливания и разметки окна выпорта для построения сложных геометрических контуров. Приведенные показатели относятся к когнитивному критерию.

Практический контроль включал в себя кейс-метод и практическое задание. Оценка компетенций трехмерного моделирования в рамках данного метода происходила по деятельностиному критерию. Показателями в рамках практического контроля выступили *объектный и процессуальный* показатели. При помощи *объектного* показателя оценивалось умение обучающегося создавать объемную форму при помощи инструментов внутри программного обеспечения для создания трехмерных моделей, однако оценка умений студента производилась исходя из визуального образа трехмерной модели, сделанной им в рамках практического задания или применения кейс-метода. Для оценки по *объектному* показателю учитывались как сложность формы получившейся трехмерной модели, так и корректность использования примененных для ее создания инструментов программы. *Процессуальный* показатель служил для оценки логики построения трехмерной модели. В используемом нами в рамках опытно-экспериментальной работы программном обеспечении «Компас 3Д» для оценки выполненного будущим учителем технологии практического задания использовалось дерево построения модели. Оно сохраняет использованные обучающимся операции, задействованные при построении объемной структуры. Соответственно, при помощи *процессуального* показателя оценивалось количество и качество операций, выполненных обучающимся для создания трехмерной модели.

Методология. С целью определения эффективности педагогической модели, основой которой являются ранее обозначенные педагогические условия, была проведена опытно-экспериментальная работа с последующим анализом и интерпретацией полученных данных.

Опытно-экспериментальная работа проводилась на базе кафедры технологии и технического творчества Липецкого государственного педагогического университета имени П. П. Семенова-Тян-Шанского в течение учебного года и охватила 46 студентов, обучающихся с направлением подготовки 44.03.05 — Педагогическое образование (Технология и дополнительное образование). Проведение опытно-экспериментальной работы происходило в рамках освоения студентами таких дисциплин, как «Основы технического конструирования и моделирования» и «Основы творчества и конструирования». Реализация опытно-экспериментальной работы была осуществлена в две очереди и в соответствии со следующими этапами: *констатирующий, формирующий и контрольный*. Это было обусловлено тем, что часть студентов — будущих учителей технологии, принимавших участие в опытно-экспериментальной работе, ранее обучалась трехмерному моделированию в рамках таких дисциплин, как «Компьютерная графика» или «Черчение». Участники опытно-экспериментальной работы, не имеющие сформированных компетенций трехмерного моделирования, были определены в первую очередь опытно-экспериментальной работы. Студенты, ранее прошедшие обучение трехмерному моделированию, были определены во вторую очередь.

На *констатирующем этапе* была проведена диагностика уровня сформированности компетенций трехмерного моделирования участников опытно-экспериментальной работы и произведено распределение студентов на две контрольные и две экспериментальные группы. Для оценки однородности выборок был произведен расчет *t*-критерия Стьюдента относительно полученных результатов по показателям. При $p \leq 0,01$ доверительная вероятность недопущения ошибки составила 2,83, значения *t*-критерия Стьюдента для каждого показателя меньше 2,83, из чего следует вывод о том, что выборки являются однородными.

На *формирующем этапе* производилась непосредственная организация обучения трехмерному моделированию.

В *контрольной группе* обучение происходило согласно стандартной модели обучения. Отличительной чертой такой модели обучения является репродуктивность: студенты контрольной группы вначале познакомились с общими теоретическими и практическими положениями; познакомились с программным обеспечением; осваивали приемы работы с ним на примере разбора определенных практических заданий, направленных на выполнение тех или иных операций; самостоятельно повторяли ранее изученные действия, выполняя практические задания. Основным недостатком такого подхода мы выделяем четкие алгоритмы выполнения практических заданий, рассчитанных на изучение одного конкретного способа выполнения поставленной задачи, что не позволяет в должной мере изучить богатый инструментарий программы и установить четкие взаимосвязи между ними и конкретной ситуацией, пригодной для их использования. При этом сводится к минимуму возможность использовать творческий элемент при выполнении задания.

Процесс обучения студентов *экспериментальной группы* первой и второй очередей был построен с применением выявленных нами педагогических условий. В экспериментальных группах при знакомстве с программным обеспечением для работы с трехмерными моделями преподавателем при этом делался упор на вариативность выполнения той или иной операции, поскольку ряд инструментов для трехмерного моделирования предоставляет пользователям возможность выполнения одной и той же задачи разными способами, а их отличие заключается только в количестве действий, необходимых для выполнения той или иной операции. Каждый такой инструмент удобен в определенных ситуациях и для решения определенных задач, на чем также делался упор при знакомстве с инструментарием программы.

В сравнении с моделью обучения в контрольных группах студенты экспериментальных групп более углубленно взаимодействовали с программой для трехмерного моделирования и дополнительно учились выполнять практические задания быстрее за счет выбора наиболее подходящих и менее затратных по количеству требуемых действий операций. При этом рассматривались творческие варианты применения связок таких инструментов для выполнения определенных практических заданий с неочевидным вариантом решения, в связи с чем у студентов при выполнении практических заданий оставалась возможность творчески подходить к решению поставленной задачи, например, внести необходимые изменения при условии соблюдения ограничений. Так, в одном из заданий от студентов требовалось создать трехмерную модель шкатулки определенных размеров. Такими ограничениями являлись толщина используемого материала и способ соединения деталей, при этом студент мог самостоятельно выбирать способ моделирования такой шкатулки, а творческой составляющей задания стала разработка способа открытия и закрытия шкатулки.

Помимо этого, студенты экспериментальных групп выполняли специальные практические задания, при разработке которых учитывались принципы и подходы, приведенные в педагогической модели. В частности, такие задания включали в себя производственно-ориентированный контекст обучения, отражающийся как в общем контексте выполняемых задач, так и во включении тех задач и операций, с которыми сталкиваются конструкторы и инженеры на производственных предприятиях. Отдельные задания учитывали специфику работы с ЧПУ-оборудованием, а именно, согласно условиям того или иного задания, на подход к выполнению накладывались определенные ограничивающие факторы, связанные с использованием какого-либо конкретного оборудования или материала, предназначенного для обработки определенным

станком. Это создавало ситуацию, в которой студенты были вынуждены более внимательно подходить к выбору способов выполнения задания, что способствовало закреплению у них знаний инструментария программного обеспечения и актуализировало выбор той или иной операции, наилучшим образом подходящей для выполнения задания.

На *контрольном этапе* была проведена повторная диагностика, по результатам которой полученные данные были интерпретированы и проверены при помощи применения *t*-критерия Стьюдента.

Результаты. Приведем результаты, полученные в экспериментальной и контрольной группах *первой очереди*. Результаты сформированности компетенций трехмерного моделирования по показателям для контрольной группы первой очереди *до* опытно-экспериментальной работы следующие: *инструментальный* показатель — 1; *операционный* показатель — 1, *математический* показатель — 2,08; *объектный* показатель — 0; *процессуальный* показатель — 0. Для контрольной группы первой очереди *после* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 1,82; *операционный* показатель — 1,73; *математический* показатель — 2,45; *объектный* показатель — 2,09; *процессуальный* показатель — 2.

Для экспериментальной группы первой очереди *до* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 1; *операционный* показатель — 1; *математический* показатель — 2,09; *объектный* показатель — 0; *процессуальный* показатель — 0. Для экспериментальной группы первой очереди *после* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 2,5; *операционный* показатель — 2,5; *математический* показатель — 2,67; *объектный* показатель — 2,42; *процессуальный* показатель — 2,42. Наиболее высокого значения достиг *математический* показатель экспериментальной группы, однако наибольшую динамику в сравнении с результатами, зафиксированными до опытно-экспериментальной работы, имеют *инструментальный* и *операционный* показатели.

Приведем результаты, полученные в экспериментальной и контрольной группах *второй очереди*. Результаты сформированности компетенций трехмерного моделирования по показателям для контрольной группы второй очереди *до* опытно-экспериментальной работы следующие: *инструментальный* показатель — 1,83; *операционный* показатель — 2; *математический* показатель — 2,16; *объектный* показатель — 1,25; *процессуальный* показатель — 1,25. Для контрольной группы второй очереди *после* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 2,33; *операционный* показатель — 2; *математический* показатель — 2,5; *объектный* показатель — 2,25; *процессуальный* показатель — 2,25.

Для экспериментальной группы второй очереди *до* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 1,82; *операционный* показатель — 1,82; *математический* показатель — 2,09; *объектный* показатель — 1,45; *процессуальный* показатель — 1,45. Для экспериментальной группы второй очереди *после* опытно-экспериментальной работы значения показателей составили: *инструментальный* показатель — 2,54; *операционный* показатель — 2,64; *математический* показатель — 2,73; *объектный* показатель — 2,54; *процессуальный* показатель — 2,54.

Полученные результаты свидетельствуют, что у контрольной группы второй очереди *операционный* показатель после опытно-экспериментальной работы не изменился. В то же время у экспериментальной группы второй очереди

наблюдается достаточно серьезная динамика по всем показателям, Наибольший прирост демонстрируют *объектный* и *процессуальный* показатели, однако по результатам проверки при помощи *t*-критерия Стьюдента они не достигли статистической значимости. Несмотря на это, можно сделать вывод, что формирующий этап позволил экспериментальной группе научиться делать более качественные трехмерные модели.

В целом в первой и второй очередях опытно-экспериментальной работы наблюдается общая положительная динамика. Наиболее выраженным критерием является *математический*, что свидетельствует о том, что компетенции 3d-моделирования, связанные с математическими операциями, используемыми при трехмерном моделировании, формируются на более высоком уровне. Однако наибольший рост относительно данных, полученных на констатирующем этапе, демонстрируют *объектный* и *процессуальный* показатели (*объектный* — 84,67 %, *процессуальный* — 84,67 % у экспериментальной группы второй очереди; *объектный* — 69,67 %, *процессуальный* — 66,67 % у контрольной группы второй очереди).

При проверке статистической значимости результатов диагностики контрольных и экспериментальных групп первой и второй очередей по всем показателям при помощи *t*-критерия Стьюдента удалось подтвердить вывод, сделанный нами ранее в отношении второй очереди. При $p < 0,01$ значения показателей по *t*-критерию Стьюдента для экспериментальной и контрольной групп *первой очереди* получились следующими: *инструментальный* — 4,5; *операционный* — 2,6; *математический* — 1; *объектный* — 1,2; *процессуальный* — 1,4. При $p < 0,01$ значения показателей по *t*-критерию Стьюдента для экспериментальной и контрольной групп *второй очереди* получились следующими: *инструментальный* — 0,9; *операционный* — 1,6; *математический* — 0,9; *объектный* — 1,2; *процессуальный* — 1,2. Статистически значимые значения *t*-критерия Стьюдента получились только у первой очереди. Но достигнута она только у *инструментального* и *операционного* показателей. Это позволяет нам сделать вывод о том, что студенты экспериментальной группы лучше знают и используют интерфейс программы для трехмерного моделирования, а также лучше знают и применяют операции, необходимые для создания сложных трехмерных моделей, и умеют при необходимости подбирать такие операции, которые наилучшим образом подходят для конкретной ситуации.

Также был определен общий уровень сформированности компетенций трехмерного моделирования, по результатам которого удалось установить количество учащихся в контрольных и экспериментальных группах, обладающих общим начальным, продвинутым или высоким уровнем сформированности компетенций. Исходя из полученных данных в экспериментальных группах, количество студентов с высоким уровнем сформированности компетенций трехмерного моделирования больше: в экспериментальной

группе первой очереди — в 2,5 раза, а в экспериментальной группе второй очереди — примерно в 1,42 раза. При проверке значения *t*-критерия Стьюдента относительно общего уровня сформированности компетенций трехмерного моделирования первой очереди при $p < 0,01$ мы получили уровень значимости 0,007, соответственно, вероятность случайного возникновения различий не превышает 1 %, это позволяет утверждать, что применение разработанных педагогических условий значительно влияет на уровень сформированности компетенций трехмерного моделирования. При проверке значения *t*-критерия Стьюдента данных второй очереди уровень значимости составил 0,195, однако при данном показателе согласно таблице критических значений *t*-критерия Стьюдента $p > 0,05$, наоборот, можно сделать вывод о незначимости разницы между значениями общего уровня сформированности компетенций трехмерного моделирования студентов экспериментальной и контрольной групп.

Выводы

Согласно полученным результатам можно сделать вывод о том, что наиболее эффективно предлагаемая модель обучения формирует компетенции трехмерного моделирования у студентов, ранее не изучавших трехмерное моделирование. Подтверждением данному выводу служит пример студентов экспериментальной группы первой очереди. При этом расчет значений *t*-критерия Стьюдента по каждому показателю относительно студентов, ранее имеющих опыт трехмерного моделирования, позволяет заключить, что даже при статистически незначимых различиях между общими уровнями сформированности компетенций, применение разработанных педагогических условий, в отличие от традиционного подхода, позволяет сформировать более высокий уровень *инструментальных* и *операционных* компетенций трехмерного моделирования, что свидетельствует о более высоком уровне владения студента программным обеспечением для трехмерного моделирования.

Заключение

Дальнейшие исследования в рамках обозначенного проблемного поля могут быть направлены на достижение статистически значимых различий по *математическому*, *объектному* и *процессуальному* показателям сформированности компетенций трехмерного моделирования у студентов, уже имеющих ранее опыт трехмерного моделирования. Предположительно для этого следует: 1) внедрить в обучение практические задания с повышенным уровнем трудности, рассчитанные на использование более высокофункциональных инструментов для трехмерного моделирования; 2) сделать упор на изучение способов более эффективной оптимизации процесса трехмерного моделирования, поскольку, выполняя сложное задание без знания способов ускорения своей работы, студент тратит больше времени на выполнение «рутинных» действий, отдаляя себя от достижения качественного результата.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Королев А. Л. Разработка информационно-образовательной поддержки изучения темы: «Компьютерное 3D моделирование» в классах информационно-технологического профиля : выпуск. квалификац. работа. Челябинск, 2017. 110 с
2. Тарасова О. А. Методика обучения трехмерному компьютерному моделированию в курсе информатики профильной школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2005. 22 с.
3. Смагин А. Д. Проблемы освоения 3D компьютерных программ в процессе обучения студентов дизайнеров // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 63-1. С 311—314.
4. Фаритов А. Т. 3D-моделирование и прототипирование во внеурочной деятельности учащихся в школе // Педагогика и просвещение. 2019. № 4. С. 155—167. DOI: 10.7256/2454-0676.2019.4.31700.
5. Караваев Н. Л. Информатика как наука: попытка осмысления понятия // Концепт. 2015. № 9. С. 126—130.

6. Лычагин А. И. Интегративная связь 3d-моделирования со специфическими для технологического образования дисциплинами // Траектория развития субъектов образовательного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 16 февр. 2023 г. Воронеж : Истоки, 2023. С. 161—164.
7. Литова З. А. Сущность понятия «технология» на современном этапе // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2019. № 2(50). URL: <https://api-mag.kursksu.ru/media/pdf/2-22.pdf> (дата обращения: 12.08.2022).
8. Строкин А. В., Черкасова Е. И. Трехмерное моделирование как основа проектирования 21 века // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 10. С. 241—242.
9. Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы // Министерство просвещения Российской Федерации : офиц. сайт. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa> (дата обращения: 06.06.2023).
10. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Президент России : офиц. сайт. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/4302> (дата обращения: 06.06.2023).
11. Тигров В. П., Лычагин А. И., Гвоздева А. Г. Проблемы внедрения высокотехнологичного оборудования в образовательный процесс на федеральном уровне // Информационные технологии в процессе подготовки современного специалиста : межвуз. сб. науч. тр. Липецк : Липец. гос. пед. ун-т им. П. П. Семенова-Тян-Шанского, 2019. Вып. 23. С. 205—209.
12. Лычагина А. Г. Взаимосвязь технологического образования с производственной сферой в контексте профессиональной подготовки будущих учителей технологии: сравнительно-исторический анализ // Бизнес. Образование. Право. 2022. № 3(60). С. 279—288. DOI: 10.25683/VOLBI.2022.60.301.
13. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования : утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 9 февр. 2016 г. № 92 // СПС «Гарант».
14. Тигров В. П. Формирование творческих возможностей учащегося в процессе технологического образования : дис. ... д-ра пед. наук. Тамбов, 2009. 473 с.
15. Тигров В. П. Создание творческой технологической среды и ее роль в развитии творческого потенциала личности учащегося // Вестник Университета Российской академии образования. 2008. № 1. С. 53—56.

REFERENCES

1. Korolev A. L. Development of information and educational support for the study of the topic: “Computer 3D modeling” in the classes of information technology profile. Final qualifying work. Chelyabinsk, 2017. 110 p. (In Russ.)
2. Tarasova O. A. Methods of teaching three-dimensional computer modeling in the computer science course of the profile school. Abstract of diss. of the Cand. of Pedagogy. Saint Petersburg, 2005. 22 p. (In Russ.)
3. Smagin A. D. Problems of mastering 3D computer programs in the process of teaching design students. *Problemy sovremenogo pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of modern pedagogical education*. 2019;63-1: 311—314. (In Russ.)
4. Faritov A. T. 3D modeling and prototyping in extracurricular activities of students at school. *Pedagogika i prosveshchenie = Pedagogy and enlightenment*. 2019;4:155—167. (In Russ.) DOI: 10.7256/2454-0676.2019.4.31700.
5. Karavaev N. L. Informatics as a science: an attempt to comprehend the concept. *Kontsept = Concept*. 2015;9:126—130. (In Russ.)
6. Lychagin A. I. Integrative connection of 3D modeling with disciplines specific to technological education. *Traektoriya razvitiya sub"ektov obrazovatel'nogo protsessa = Development trajectory of subjects of the educational process. Proceedings of the international scientific and practical conference, Voronezh, February 16, 2023*. Voronezh, Istoki, 2023:161—164. (In Russ.)
7. Litova Z. A. The essence of the concept of “technology” at the present stage. Scientific notes. *Uchenye zapiski. Elektronnyi nauchnyi zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta = Electronic scientific journal of Kursk State University*. 2019;(2). (In Russ.) URL: <https://api-mag.kursksu.ru/media/pdf/2-22.pdf> (accessed: 12.08.2022).
8. Strokin A. V., Cherkasova E. I. Three-dimensional modeling as the basis of 21st century design. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Kazan Technological University*. 2014;17(10):241—242. (In Russ.)
9. The concept of teaching the subject area “Technology” in educational organizations of the Russian Federation implementing basic general education programs. *Ministry of Education of the Russian Federation. Official website*. (In Russ.) URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa> (accessed: 06.06.2023).
10. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204 “On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024”. *President of Russia. Official website*. (In Russ.) URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/4302> (accessed: 06.06.2023).
11. Tigrov V. P., Lychagin A. I., Gvozdeva A. G. Problems of introducing high-tech equipment into the educational process at the federal level. *Informatsionnye tekhnologii v protsesse podgotovki sovremennogo spetsialista = Information technologies in the process of training a modern specialist. Interuniversity collection of scientific papers*. Lipetsk, Lipetsk State Pedagogical University named after P. P. Semenov-Tyan-Shan publ., 2019;23:205—209. (In Russ.)
12. Lychagina A. G. Relationship between technological education and the industry sphere in the context of professional training of future technology teachers: a comparative historical analysis. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2022;3(60):279—288. (In Russ.) DOI: 10.25683/VOLBI.2022.60.301.
13. Federal State Educational Standard of Higher Education, approved by Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 92 of February 9, 2016. Available at LRS Garant. (In Russ.)
14. Tigrov V. P. Formation of creative abilities of a student in the process of technological education. Diss. of the Doct. of Pedagogy. Tambov, 2009. 473 p. (In Russ.)
15. Tigrov V. P. Building a creative technological environment and its role in the development of the creative potential of a student’s personality. *Vestnik Universiteta Rossiiskoi akademii obrazovaniya*. 2008;1:53—56. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 05.07.2023; одобрена после рецензирования 08.07.2023; принята к публикации 11.07.2023. The article was submitted 05.07.2023; approved after reviewing 08.07.2023; accepted for publication 11.07.2023.