

Научная статья
УДК 377.352
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1459

Oksana Yurievna Grigorieva
Candidate of Pedagogy, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mathematics
and Methods of Teaching Mathematics,
Altai State Pedagogical University
Barnaul, Russian Federation
oxanagray@mail.ru

Sergey Yurievich Grigoriev
Lecturer of the Department of Information
and Communication Technologies,
Altai Polytechnic College
Barnaul, Russian Federation
grigorev_s@mail.ru

Оксана Юрьевна Григорьева
канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры математики
и методики обучения математике,
Алтайский государственный педагогический университет
Барнаул, Российская Федерация
oxanagray@mail.ru

Сергей Юрьевич Григорьев
преподаватель кафедры информационных
и коммуникационных технологий,
Алтайский политехнический техникум
Барнаул, Российская Федерация
grigorev_s@mail.ru

ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ ПОСРЕДСТВОМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

5.8.7 — Методология и технология профессионального образования

Аннотация. Профессиональная компетенция будущих специалистов технического профиля является одним из ключевых факторов успешной интеграции выпускников средних профессиональных образовательных учреждений в современный рынок труда. Современные условия требуют постоянного обновления методов подготовки кадров, особенно в связи с внедрением инновационных технологий, среди которых особое значение приобретает технология трехмерного моделирования. Данная техника способствует развитию инженерного мышления, аналитических способностей и креативности студентов, необходимых для решения сложных производственных задач. В рамках исследования взяты за основу базисные положения компетентностного и деятельностного подходов в образовании, а также результаты исследований, касающиеся реализации интеграции 3D-моделирования в специальные дисциплины, направленной на формирование профессиональной компетенции студентов среднего профессионального образования.

В статье приведено теоретическое обоснование и описание дидактического обеспечения формирования профессиональной компетенции студентов среднего профессионального образования, которое представлено как со-

вокупность следующих взаимосвязанных компонентов: цель; система заданий 3D-моделирования для профессиональной деятельности; содержание теоретических и практических занятий, включающих задания для аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов, задания для проектной деятельности, перечень проверочных средств с целью контроля уровня сформированности профессиональной компетенции по специальным дисциплинам; критерии оценивания контрольных точек. Особое внимание уделяется описанию каждого компонента дидактического обеспечения, направленного на развитие профессиональной компетенции студентов.

Успешно проведена опытно-экспериментальная проверка сформированности уровня профессиональной компетенции студентов, что доказывает гипотезу исследования. Апробация результатов представлена на конференциях регионального, всероссийского и международного уровней.

Ключевые слова: моделирование, компетенция, профессиональная компетенция, самостоятельная работа студентов, технология 3D-моделирования, профессиональное образование, обучающие задачи, обучение, трехмерный объект, информационная среда, интеграция, классификация

Для цитирования: Григорьева О. Ю., Григорьев С. Ю. Дидактическое обеспечение формирования профессиональной компетенции студентов посредством 3D-моделирования // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 4(73). С. 390—395. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1459.

Original article

DIDACTIC SUPPORT FOR THE FORMATION OF STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCE THROUGH 3D MODELING

5.8.7 — Methodology and technology of vocational education

Abstract. The professional competence of future technical specialists is one of the key factors for the successful integration of graduates of secondary vocational education

institutions into the modern labor market. Modern conditions require constant updating of training methods, especially in connection with the introduction of innovative technologies,

among which the technology of three-dimensional modeling is of particular importance. This technique contributes to the development of engineering thinking, analytical abilities and creativity of students necessary to solve complex production problems. Within the framework of the study, the basic provisions of competence and activity approaches in education are taken as a basis, as well as the results of research related to the implementation of the integration of 3D modeling into special disciplines aimed at forming the professional competence of secondary vocational education students.

The article provides theoretical justification and description of didactic support for the formation of professional competence of secondary vocational education students, which is presented as a set of the following interrelated components: goal; 3D modeling task system for professional activities; content of theoretical and practical classes, inclu-

ding tasks for classroom and non-audit independent work of students, tasks for project activities, a list of verification tools in order to control the level of professional competence in special disciplines; criteria for evaluation of control points. Particular attention is paid to the description of each component of didactic support aimed at developing the professional competence of students.

A pilot test of the formation of the level of students' professional competence was successfully carried out, which proves the hypothesis of the study. Approbation of results has been presented at conferences of regional, national and international levels.

Keywords: modeling, competence, professional competence, independent work of students, 3D modeling technology, professional education, learning tasks, training, three-dimensional object, information environment, integration, classification

For citation: Grigorieva O. Yu., Grigoriev S. Yu. Didactic support for the formation of students' professional competence through 3D modeling. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2025;4(73):390—395. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1459.

Введение

Актуальность. В условиях цифровой трансформации промышленности среднее профессиональное образование (далее — СПО) сталкивается с необходимостью пересмотра традиционных методов подготовки технических специалистов, что приводит к внедрению информационных технологий в учебном процессе. Особенно ценятся у выпускников навыки моделирования, способствующие более глубокому анализу реальных моделей, повышению уровня сформированности профессиональных компетенций. В частности, интеграция 3D-моделирования в специальные дисциплины важна как ключевой инструмент формирования профессиональных компетенций. Эта технология не просто дополняет учебный процесс — она создает интерактивную среду, где абстрактные теоретические знания трансформируются в практические навыки, отвечающие требованиям федеральных государственных образовательных стандартов и современного производства.

Изучение методологических источников, научно-методических работ и психолого-педагогических исследований выявило существенное противоречие: с одной стороны, предполагается потенциал внедрения 3D-моделирования в преподавание специальных дисциплин при подготовке будущих специалистов, с другой стороны, преподаватели зачастую не обладают достаточными компетенциями в области методик, способствующих развитию профессиональных навыков обучающихся посредством 3D-моделирования. Определение противоречия служит основой актуальности нашего исследования и позволяет выйти на решение проблемы реализации успешного процесса интеграции 3D-моделирования в специальные дисциплины в процессе профессиональной подготовки студентов СПО.

Изученность проблемы. Понятие профессиональной компетентности учащихся изучалось Ш. И. Балугеой [1], Ш. О. Мамаекубовой [2] и др. Исследования, посвященные применению 3D-технологий и использованию различных информационных сред, реализующих 3D-моделирование в системе СПО, были проведены Г. С. Новрузовой [3], Е. Бояриновой [4] и др. В работах А. А. Мухитдинова [5] и А. М. Шагиева [6] рассматриваются вопросы внедрения 3D-моделирования в образовательный процесс и развитие профессиональных компетенций студентов.

Цель исследования — разработать содержание дидактического обеспечения процесса интеграции 3D-моделирования, направленного на формирование профессиональной компетенции студентов на занятиях по специальным дисциплинам и апробировать его в ходе экспериментальной работы.

Гипотеза исследования заключается в предположении о взаимосвязи содержательных компонентов дидактического обеспечения процесса интеграции 3D-моделирования, направленного на формирование профессиональной компетенции студентов.

Задачи исследования:

1. Построить классификацию обучающих задач, направленных на интеграцию 3D-моделирования в естественно-технические процессы и производство, изучаемые на занятиях по специальным дисциплинам.

2. Теоретически обосновать и спроектировать дидактическое обеспечение формирования профессиональной компетенции студента, осуществляя регулярный мониторинг уровня ее сформированности.

Методология исследования. В данном исследовании будем опираться на положения компетентностного подхода (О. В. Пастюк [7] и др.), результаты исследований процесса формирования у студентов профессиональной компетентности обозначены М. Н. Салапурой [8], специфику реализации технологии 3D-моделирования изучала Е. А. Богданова [9], С. Г. Коротков [10], Д. М. Гребнева [11], особенности организации самостоятельной работы студентов при решении профессионально-ориентированных задач были раскрыты Е. А. Деминой [12], О. И. Ишковой [13], а также авторами настоящего исследования в предыдущих работах [14; 15]. В исследовании реализованы как теоретические методы, так и педагогический эксперимент как совокупность эмпирических методов исследования.

Научная новизна исследования заключается в обосновании классификации обучающих задач 3D-моделирования, соответствующих приемов и методов обучения, диагностических процедур, направленных на формирование профессиональной компетенции студента.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в научном обосновании активизации процесса формирования профессиональной компетенции студентов,

в частности в разработке дидактического обеспечения развития последней в процессе интеграции 3D-моделирования в специальные дисциплины в сфере СПО.

Практическая значимость исследования отражена в применимости преподавателями специальных дисциплин классификации обучающих задач к интеграции 3D-моделирования, повышающей уровень развития профессиональной компетенции студентов в системе СПО.

Основная часть

Установим сущность основных определений нашего исследования. Под профессиональной компетенцией студентов мы будем понимать совокупную характеристику личности будущего специалиста профессионала, показывающую степень профессионально важных и значимых знаний, умений, навыков, практического опыта, необходимых для исполнения им служебных обязанностей. При таком понимании профессиональная компетентность — это и цель, и результат профессиональной подготовки студентов СПО. Таким образом, в соответствии с идеями Ш. И. Балугоевой с соавторами [1] нами приоритетной целью осуществления профессиональной подготовки студентов СПО было установлено развитие профессиональной компетенции у обучающихся и студентов.

Для достижения поставленной цели важно рассмотреть три аспекта влияния технологии 3D-моделирования на формирование профессиональных компетенций:

1. *Развитие пространственного воображения и способности визуализации объектов:* одним из важнейших аспектов инженерного дела является способность мысленно представлять и анализировать формы предметов и конструкций; традиционные методы обучения зачастую ограничиваются плоскими изображениями и чертежами, что затрудняет развитие полноценного представления о трехмерных объектах; использование инструментов 3D-моделирования позволяет студентам создавать виртуальные модели деталей и механизмов, наглядно отображающие особенности конструкции и взаимодействия компонентов.

2. *Повышение мотивации и интереса к изучению теоретического материала:* современная молодежь характеризуется высокой степенью цифровой грамотности и интересом к технологиям; интеграция современных информационных технологий, таких как 3D-моделирование, в учебный процесс делает обучение более привлекательным и интересным для молодых людей; создание моделей деталей, изучение принципов сборки и функционирования реальных изделий становится увлекательным занятием, способствующим активному усвоению теоретической базы.

3. *Обучение решению практических задач:* технология 3D-моделирования открывает широкие возможности для практикоориентированного подхода к обучению; студенты и обучающиеся располагают возможностью создавать собственные персональные разработки и проекты, оттачиваясь от простых базовых деталей и элементов и доходя до сложных узлов и модулей; подобный опыт развивает и укрепляет способность реализовывать свои компетенции на практике в реальных условиях, усиливает степень исполнительности ответственности сознательности и самостоятельности, развивает навыки командной работы и критического мышления; кроме того, современные учебные заведения располагают возможностью интегри-

ровать 3D-технологии в образовательный процесс путем организации специализированных курсов и мастер-классов, что значительно расширяет образовательные горизонты студентов.

Эффективное внедрение технологии 3D-моделирования в учебный процесс возможно лишь при соблюдении ряда условий: организация учебно-методического сопровождения процесса внедрения новых технологий; подготовка квалифицированных преподавателей, обладающих необходимыми знаниями и умениями в области 3D-графики и проектирования; предоставление учащимся доступа к специализированным компьютерным классам и необходимым программам; регулярное проведение тренингов и семинаров по освоению возможностей 3D-программ, конкурсов, проектов, построенных посредством применения средств компьютерного 3D-проектирования, стимулируя подобным образом креативное мышление, активность, предприимчивость и инициативу студентов.

С целью продуктивного управления образовательным процессом, ориентированным на стимулирование компетенций в рамках получаемой специальности студента, включающих освоение навыков 3D-моделирования, преподаватель должен обладать набором дидактических инструментов, позволяющих управлять каждым этапом обучения в соответствии с поставленными задачами. Определим, каким образом должно быть организовано дидактическое сопровождение учебного процесса, направленного на развитие профессиональных компетенций студентов: рассмотрим его структуру, компоненты и их содержание. Основываясь на характеристиках профессиональной компетенции, приступим к созданию дидактических средств, способных направлять развитие профессиональной деятельности студентов СПО. Так как разрабатываемый объект преследует важную задачу — развитие профессиональной компетенции, все его элементы ориентированы на достижение этой цели, связаны между собой и имеют деятельностный характер.

Опишем процесс конструирования дидактического обеспечения формирования профессиональной компетенции. Главной частью дидактического обеспечения служит цель — формирование и повышения развития профессиональной компетенции студента. Этой цели должна соответствовать деятельность всех остальных компонентов технологии: классификация обучающих заданий для компьютерного 3D-моделирования; содержание учебной дисциплины, охватывающее материалы практических и теоретических занятий, а также учебной и производственной практики, задачи для самостоятельной работы; система определения контрольных точек по предмету, соответствующая требованиям критериев оценивания.

Назовем отдельные примеры задач, входящих в перечень заданий, ориентированных на синтез умений 3D-моделирования и теоретических знаний по профильным предметам:

1. Задачи для иллюстрации и применения мета-умений и навыков 3D-моделирования:

1) симуляция сборки радиоэлектронного устройства: понимание процесса сборки, улучшение навыков планирования, выявление возможных проблем на этапе проектирования; предназначена для формирования обобщенного умения планирования, анализа производственных процессов, оптимизации сборки;

2) 3D-моделирование для объяснения принципов работы устройства: углубленное понимание принципов работы устройства, развитие навыков визуализации информации, создание наглядного учебного материала, предназначена для формирования визуализации абстрактных концепций, объяснения сложных процессов простым и понятным языком;

3) анализ теплового режима электронного устройства: понимание принципов теплопередачи, умение проводить тепловой анализ, поиск решений для оптимизации теплового режима; предназначена для формирования умения моделирования физических процессов, поиск оптимальных решений, учет множества факторов (размеры, геометрия, теплопроводность);

4) имитация сборки электронной платы *Arduino Nano*: продемонстрировать процесс сборки *Arduino Nano*, начиная с установки микроконтроллера и заканчивая заключительной пайкой компонентов: используя программу 3D-моделирования, создание анимационной последовательности, показывающей пошаговую сборку плат *Arduino Nano* с использованием стандартных инструментов и оборудования;

5) создать модель изменения амплитуды сигнала: смоделировать затухание сигнала в линии передачи определить амплитудно-частотную характеристику;

6) создать 3D-модель монтажной платы для компонентов: разработать макет монтажной платы с навесными компонентами, учитывая расстояния между ними, влияние тепловых режимов и взаимное влияние сигналов, предусмотреть зону для удобного ремонта и модернизации;

7) создать модель высокочастотного тракта радиоприемного устройства: продемонстрировать процесс усиления сигнала и его преобразования в сигналы промежуточных частот, создать модель амплитудно-частотной характеристики высокочастотного тракта.

II. Задачи для самостоятельного освоения навыков 3D-моделирования:

1) создать 3D-модель печатной платы с компонентами (резисторы, конденсаторы, микросхемы);

2) создать модель корпуса транзистора (например, TO-92 или TO-220), обращая внимание на детали корпуса и маркировку;

3) разработать 3D-модель простого корпуса для небольшого электронного устройства;

4) создать 3D-модель измерительного щупа для мультиметра, учитывая эргономику и безопасность;

5) спроектировать 3D-модель популярного радиочастотного разъема *SMA (Sub Miniature version A connector)*, обращая особое внимание на винтовые фиксации и подключение к плате;

6) смоделировать многослойную печатную плату (PCB) с одним компонентом (например, микросхема *SMD* или *SOIC*-корпус);

7) смоделировать корпус простого бытового электроприбора, учитывая размещение электрических компонентов, соблюдая нормы электробезопасности и преследуя простоту производства.

III. Задачи креативной направленности, сравнение полученных моделей, выбор наиболее рациональных; подготовка проектов:

1) анализ радиосигнала: создание 3D-модели для наглядной визуализации и анализа радиосигналов различных типов (амплитудной модуляции, частотной модуляции, цифровые);

2) электроника с использованием 3D-печати: предоставляется выбор проектов электроники с использованием разных материалов для 3D-печати;

3) выбор радиатора для усилителя: предоставляет библиотека 3D-моделей радиаторов разного размера и конструкции, обеспечивающих эффективное охлаждение усилителя мощности при заданных условиях окружающей среды;

4) антенна для *Wi-Fi* модуля: предоставляется выбор антенн для *Wi-Fi* разных конструкций и коэффициентов усиления, требуется определить, какой вариант будет выдавать наиболее качественный сигнал;

5) проектирование миниатюрного аккумуляторного модуля для беспилотника, позволяющего обеспечить автономность полета до 30 минут;

6) моделирование электродвигателя постоянного тока с полной детализацией с фиксацией валов и подшипниками;

7) создание точного 3D-отображения сенсора температуры и влажности, пригодное для интеграции в виртуальные прототипы.

IV. Задачи, определяющие важность метода 3D-моделирования в практической деятельности:

1) разработка модели импульсного преобразователя напряжения с повышенным коэффициентом полезного действия;

2) проектирование усилителя мощности класса *D*;

3) создание модели системы безопасности для дома с сигнализацией и удаленным управлением;

4) создание модели контрольно-измерительного прибора;

5) разработка модели корпуса радиоэлектронного устройства;

6) разработка устройства обнаружения металлических предметов, оптимизировав конструкцию катушки индуктивности для повышения чувствительности;

7) разработка усилителя радиочастоты на интегральных компонентах.

V. Задачи, направленные на проектирование и тестирование моделей:

1) регрессивный анализ качества пайки: построить регрессию между качеством пайки и параметрами процесса;

2) вероятностный анализ отказа: рассчитать вероятность выхода из строя устройства при известных параметрах пайки;

3) статистическое моделирование сбоев: смоделировать случайные отклонения размеров компонентов и определить долю брака;

4) распределение напряженности поля: рассчитать распределение электрического поля вокруг компонентов на печатной плате;

5) электростатический заряд: определить максимальный уровень заряда, приводящего к повреждению чувствительной электроники;

6) моделирование отказов элементов: рассчитать среднее время безотказной работы компонента на основе статистических данных;

7) моделирование поведения системы при разбросе параметром компонентов.

Разработка интерактивного курса по профессиональным дисциплинам будет включать:

1) создание положений теоретического характера, характерная черта которых заключается в следующем: структурность и поэтапность примеров, детализирующих

действия 3D-моделирования, пояснений рассматриваемых алгоритмов, примеров в разных информационных источниках, связь с реальными моделями на практике;

2) подробные планы лабораторных занятий;

3) задания для индивидуальной работы с рекомендациями по их выполнению.

Совокупность проверочных инструментов по предмету включает: список контрольных задач разного уровня по моделированию технологических процессов в структуре специальных дисциплин для студентов с целью продвижения их с начального этапа на средний, промежуточный

или со среднего на высокий уровень профессиональной компетенции; наборы заданий из подготовленной классификации учебных задач для проведения 3D-моделирования.

На рисунке отражены промежуточные результаты определения сформированности профессиональной компетенции студентов экспериментальной и контрольной группы Алтайского политехнического техникума на I курсе. Осуществленный статистический анализ результатов диагностических заданий для оценки развития профессиональной компетенции, продемонстрировал позитивные изменения в ее развитии.

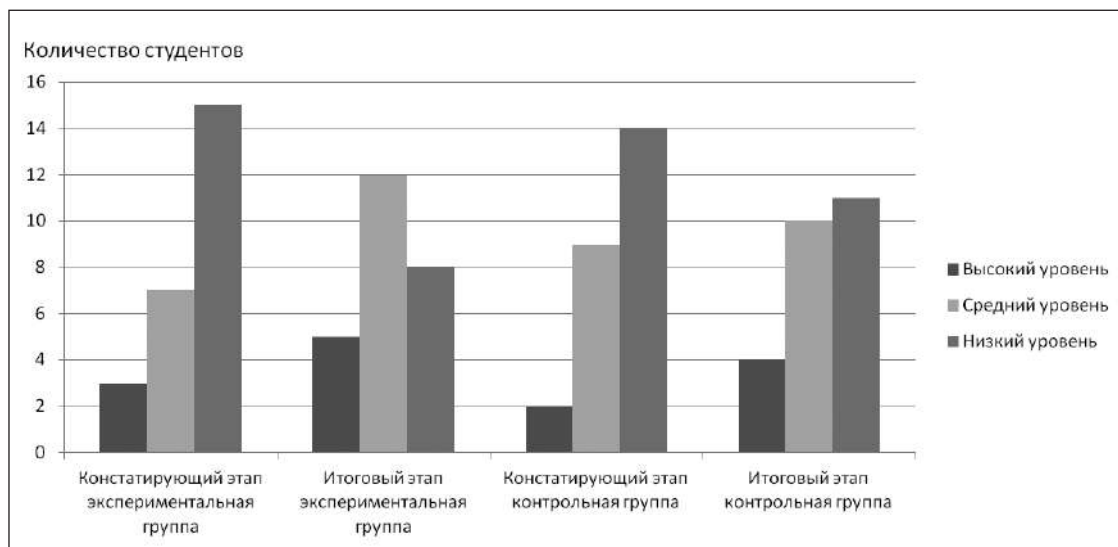


Рис. Результаты экспериментальной работы

Заключение

В основу данного исследования положены принципы компетентностного, деятельностного подходов и передовых подходов к реализации 3D-моделирования, теоретически аргументировано содержание дидактического обеспечения, направленное на развитие профессиональной компетенции. Реализованная опытно-экспериментальная оценка степени сформированности профессиональной компетенции студентов на основе сформированного методического обеспечения, осуществляющего сопряжение моделирования в процесс изучения профессиональных областей знаний, дает возможность сделать заключение:

1. Осуществление созданного на принципах компетентностного подхода, деятельности эффективного управления,

интеграции аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов методического и дидактического обеспечения формирования профессиональной компетенции будущих инженеров способствуют целеустремленности к выполнению заданий по 3D-моделированию, приобретению ранее неизвестных приемов и техник умений и навыков, исполнительности и ответственности за соблюдения сроков и правильность выполнения производственных заданий, формированию навыков обосновывать собственные утверждения.

2. Полученные положительные результаты сформированности профессиональной компетенции студентов свидетельствуют об эффективности разработанного дидактического обеспечения в процессе подготовке специалистов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Балуева Ш. И., Магомедова П. К., Цамаева А. А. Формирование профессиональных компетенций у студентов СПО // Мир науки, культуры, образования. 2019. № 6(79). С. 248—250.
2. Мамаюкубова Ш. О. Развитие компетентности и профессиональной компетентности учителя высших учебных заведений // Экономика и социум. 2023. № 3-1. С. 377—385.
3. Новрузова Г. С. Внедрение 3D-моделирования в учебный процесс: различные взгляды на определение и объяснение понятий «модель» и «моделирование» // Архивариус. 2021. Т. 7. № 7. С. 8—15.
4. Бояринов Е. Сравнение программ для 3D-моделирования // Вестник науки. 2023. № 5(62). Т. 4. С. 778—781.
5. Мухитдинов А. А. Дидактические свойства 3D-технологий в формировании конструктивных компетенций // Экономика и социум. 2022. № 2(93)-1. С. 423—430.
6. Шагиев А. М., Султанова Б. К. Исследование и применение 3D-моделирования в образовательных целях // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. Вып. 7(75). Ч. 2. С. 113—118.
7. Пастюк О. В. Анализ применения дефиниций «компетенция», «компетентность», «профессиональная компетентность» в сфере среднего и высшего образования // Наукосфера. 2023. № 5(2). С. 127—134.
8. Салапура М. Н., Богданова Е. А. Особенности формирования профессиональных компетенций студентов // Экономика и качество систем связи. 2019. № 1. С. 63—71.

9. Богданова Е. А., Михаленко Ю. А. Необходимость применения технологии 3D-моделирования в процессе подготовки студентов // Актуальные вопросы современной экономики. 2018. № 5. С. 78—83.
10. Коротков С. Г., Крылов Д. А., Ахметов Л. Г. Лаборатория 3D-моделирования и прототипирования как средство практико-ориентированной подготовки будущих учителей технологии // Вестник Марийского государственного университета. 2023. Т. 17. № 4. С. 486—495. DOI: 10.30914/2072-6783-2023-17-4-486-495.
11. Гребнева Д. М. Цифровое наполнение электронного учебного курса «Основы 3D-моделирования» // Наука и перспективы. 2023. № 2. С. 10—20.
12. Демина Е. А. Интегративный подход в процессе профессиональной подготовки студентов в системе СПО // Научное и образовательное пространство: перспективы развития : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Чебоксары : Интерактив плюс, 2020. С. 34—36.
13. Ишкова О. И. Самостоятельная работа по методико-математической подготовке студентов СПО в контексте формирования их профессиональных компетенций // Образование и проблемы развития общества. 2019. № 1(7). С. 30—35.
14. Григорьев С. Ю., Григорьева О. Ю. Реализация математизации профессиональной подготовки студентов // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 3(68). С. 463—468. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1070.
15. Григорьева О. Ю., Григорьев С. Ю. Реализация образовательного процесса по профессии радиомеханик в условиях цифровизации образовательного процесса // Актуальные вопросы педагогики и психологии образования : материалы XIII Регион. науч.-практ. конф. Барнаул : АлтГПУ, 2022. С. 96—99.

REFERENCES

1. Bulueva Sh. I., Magomedova P. K., Tsamayeva A. A. Formation of professional competencies at students. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = The World of Science, Culture, Education*. 2019;6(79):248—250. (In Russ.)
2. Mamayakubova Sh. O. Development of competence and professional competence of teacher in higher educational institutions. *Ekonomika i sotsium*. 2023;3-1:377—385. (In Russ.)
3. Novruzova G. S. Introduction of 3D modeling in the educational process different views on the definition and explanation of the concepts of model and modeling. *Arkhivarius*. 2021;7(7):8—15. (In Russ.)
4. Boyarinov E. Comparison of 3D modeling programs. *Vestnik nauki*. 2023;5(62)-4:778—781. (In Russ.)
5. Mukhitdinov A. A. Didactic properties of 3D technologies in the formation of constructive competencies. *Ekonomika i sotsium*. 2022;2(93)-1:423—430. (In Russ.)
6. Shagiyev A. M., Sultanova B. K. Research and application of 3d modeling for educational purposes. *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire = Actual scientific research in the modern world*. 2021;7(75)-2:113—118. (In Russ.)
7. Pastyuk O. V. Analysis of the application of the definitions “competence”, “competence”, “professional competence” in the field of secondary vocational and higher education. *Naukosfera*. 2023;5-2:127—134. (In Russ.)
8. Salapura M.N., Bogdanova E.A. Features of formation of professional competence of students. *Ekonomika i kachestvo sistem svyazi*. 2019;1:63—71. (In Russ.)
9. Bogdanova E. A. Mikhaleenko Yu. A. The need to apply 3D modeling technology in the process of training students. *Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki = Current Issues of Modern Economics*. 2018;5:78—83. (In Russ.)
10. Kоротков S. G., Krylov D. A., Akhmetov L. G. 3D modeling and prototyping laboratory as a means of practice-oriented training of future technology teachers. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta = Vestnik of the Mari State University*. 2023;17(4):486—495. (In Russ.) DOI: 10.30914/2072-6783-2023-17-4-486-495.
11. Grebneva D. M. Digital content of the electronic training course «Fundamentals of 3D modeling». *Nauka i perspektivy*. 2023;2:10—20. (In Russ.)
12. Demina E. A. Integrative approach in the process of professional training of students in the system of secondary vocational education. *Nauchnoe i obrazovatel'noe prostranstvo: perspektivy razvitiya = Scientific and educational space: prospects of development. Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Cheboksary, Interaktiv plus, 2020:34—36. (In Russ.)
13. Ishkova O. I. Independent work on a methodical-mathematical training of students of the MST in the context of formation of their professional competences. *Obrazovanie i problemy razvitiya obshchestva = Education and problems of development of society*. 2019;1(7):30—35. (In Russ.)
14. Grigoriev S. Yu., Grigorieva O. Yu. Mathematization of students' professional training. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2024;3(68):463—468. (In Russ.) DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1070.
15. Grigoreva O. Yu., Grigorev S. Yu. Implementation of the educational process in the profession of radio mechanic in the context of digitalization of the educational process. *Aktual'nye voprosy pedagogiki i psikhologii obrazovaniya = Actual issues of pedagogy and psychology of education. Proceedings of the XIII Regional scientific and practical conference*. Barnaul, Altai State Pedagogical University publ., 2022:96—99. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 27.09.2025; одобрена после рецензирования 05.11.2025; принята к публикации 10.11.2025.
The article was submitted 27.09.2025; approved after reviewing 05.11.2025; accepted for publication 10.11.2025.