

К ВОПРОСУ О ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДМЕТНОГО ОБУЧЕНИЯ

И. Д. Столбова¹, Л. В. Кочурова¹, К. Г. Носов¹

¹ *Пермский национальный исследовательский политехнический университет*
614900, Россия, г. Пермь, Комсомольский пр-т, д. 29

Аннотация

Цифровое образование осуществляется за счет глубокой трансформации образовательного процесса и широкого применения цифровых образовательных технологий. В рамках предметного обучения цифровые технологии радикально меняют содержание преподаваемых дисциплин и форму подачи учебного материала. Опыт создания цифровой образовательной среды (ЦОС) в рамках предметной подготовки рассмотрен в статье на примере базовой геометро-графической подготовки (ГГП) студентов технических вузов. В настоящее время главными факторами, формирующими ГГП, являются парадигма инженерного образования и методология проектно-конструкторской деятельности, которые с развитием информационных технологий претерпели кардинальные изменения. Основная концепция графического образования изначально и целиком должна опираться на цифровую 3D- (объемную) модель, объединяющую информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла. При этом прикладные геометрические аспекты должны преобладать над абстрактными геометрией и графикой, не умаляя роли теоретических основ в базовой ГГП. Представлена архитектура построения ЦОС геометро-графической подготовки, интегрирующая все виды образовательной деятельности и опирающаяся на принцип «непрерывности» процесса обучения в цифровой среде на всех его этапах. Отмечено функциональное использование цифровых технологий в различных формах учебных занятий, позволяющих студентам осуществлять самостоятельную деятельность с учетом персонализации. Приведены практические примеры графических задач, проектных и тестовых заданий. При организации мониторинга в условиях ЦОС могут использоваться уже имеющиеся методологические и методические разработки, адаптированные и проинтегрированные в понятия системы ЦОС и парадигмальной концепции ГГП. Контроль результатов обучения при оценке цифровой компетентности наряду с постоянным совершенствованием тестового контроля предполагает его дополнение и другими формами оценки достижений обучаемых.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, трансформация образовательного процесса, геометро-графическая подготовка, 3D-моделирование, мониторинг результатов обучения.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-53-63

Для цитирования:

Столбова И. Д., Кочурова Л. В., Носов К. Г. К вопросу о цифровой трансформации предметного обучения // Информатика и образование. 2020. № 9. С. 53–63.

Статья поступила в редакцию: 10 сентября 2020 года.

Статья принята к печати: 27 октября 2020 года.

Сведения об авторах

Столбова Ирина Дмитриевна, доктор тех. наук, доцент, зав. кафедрой «Дизайн, графика и начертательная геометрия», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия; stolbova.irina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0546-9428

Кочурова Людмила Владимировна, старший преподаватель кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия; l-kochurova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5527-8227

Носов Константин Григорьевич, старший преподаватель кафедры «Дизайн, графика и начертательная геометрия», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия; const-r@ya.ru; ORCID: 0000-0002-3265-9091

1. Введение

Насущной необходимостью сегодня является адаптация системы профессионального образования к запросам цифровой экономики и цифрового общества на подготовку компетентных кадров, обладающих высоким уровнем цифровой грамотности, способных реализовать свой профессиональный потенциал на основе широкого использования современных и перспективных цифровых инструментов и технологий. Востребованное качество обучения будущих специалистов достигается посредством построения развивающей и технологичной образовательной среды, удовлетворяющей запросам современной экономики и высокотехнологичного производства [1]. Однако ожидаемый эффект от решения стратегических задач по улучшению качества цифро-

вого образования невозможно получить лишь за счет перевода образовательных ресурсов и других обязательных составляющих учебно-воспитательного процесса из аналогового вида в цифровой. На новом этапе развития цифровых технологий помимо дополнения задачами, связанными с совершенствованием нынешних систем, поддерживающих образование, возникает стратегическая образовательная задача, связанная с коренной реорганизацией и трансформацией процесса обучения, а также с определением концептуальных основ для создания системы эффективного цифрового профессионального образования как фундамента подготовки кадров для инновационной экономики страны [2].

В проведенном анализе недавних исследований и публикаций [3] сформулированы ключевые концептуальные основы высшего образования как

организационного, так и содержательного плана, которые необходимо задействовать в образовательных учреждениях при организации цифровой обучающей среды (ЦОС). Общей платформой концептуальных основ цифровизации образовательных учреждений является «признание необходимости построения процесса формирования и развития цифровой грамотности, умений, навыков, компетенций и компетентностей <...> на основе принципиально новых концептуальных подходов к организации обучения и воспитания студентов в условиях ЦОС» [3]. Сегодняшняя модернизация образовательной системы, связанная с цифровизацией, опирается на широкое применение пронизывающих жизнь современного человека информационных и коммуникационных технологий, возможности которых позволяют реализовать амбициозные проблемные устремления, актуальные еще на доцифровом этапе образования [4].

К числу таких проблемных вопросов можно отнести:

- персонализированное обучение;
- установление более тесной связи между образованием и рынком труда;
- реализацию парадигмы «обучение через всю жизнь»;
- повышение информационной открытости и прозрачности системы образования, развитие механизмов обратной связи с участниками образовательного процесса.

Значительный прогресс в решении перечисленных проблем может быть обеспечен именно на этапе цифрового образования за счет глубокой трансформации образовательного процесса, с одной стороны, и широкого применения цифровых образовательных технологий, с другой.

Среди обозначенных ожидаемых результатов цифровизации профессионального образования можно выделить [5]:

- персонализацию образовательного процесса, основанную на построении индивидуальных образовательных траекторий, и непрерывный персонализированный мониторинг учебных достижений обучающихся;
- расширенное использование различных индивидуальных и командных форм организации учебной деятельности и рациональную организацию времени проведения учебных занятий;
- обеспечение сформированности заданных образовательных результатов — личностных качеств, профессиональных знаний, умений, компетенций, необходимых для получения профессиональной квалификации;
- ускорение процесса формирования необходимых профессиональных навыков и развитие устойчивого интереса к избранному виду профессиональной деятельности;
- обеспечение проектного характера учебной деятельности, интеграция теоретического и практического обучения;
- обеспечение требуемого качества обучения на основе непрерывного мониторинга образова-

тельных результатов, организацию оперативной обратной связи с обучаемым, объективное оценивание учебных результатов непосредственно в ходе выполнения учебных заданий.

Переходя от масштабности проблем, стоящих перед системой высшего профессионального образования в целом, к практике организации системы предметного обучения в цифровом формате, отметим, что цифровые технологии радикально меняют содержание преподаваемых дисциплин и форму их подачи [6]. Концептуальными решениями в данном случае, помимо формирования у обучаемых обязательной цифровой грамотности, будут оптимизация, адаптация и цифровая трансформация содержания учебных дисциплин в рамках ФГОС ВО.

Система организации предметного обучения включает [5]:

- ожидаемые результаты предметного обучения, делегированные в рабочую программу дисциплины основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки с учетом требований цифровой экономики и цифрового общества для данной предметной области;
- содержание обучения и модель формирования предметных компетенций, в том числе цифровых;
- формы и методы организации процесса обучения, основанные на использовании возможностей цифровых технологий для персонализации, модуляризации, целесообразной виртуализации, сетевого распределения и координации образовательного процесса;
- средства обучения — сетевые и программно-аппаратные, тренажеры и модуляторы процессов, системы управления обучением;
- подсистему фиксации и мониторинга образовательных результатов на основе технологий накопительного оценивания и обратной связи.

Именно в рамках предметного обучения наиболее четко проявляется основное противоречие сложившейся ситуации с цифровым образованием в Российской Федерации: динамичное развитие цифровых технологий, с одной стороны, и сохранение традиционных (доцифровых) форм организации образовательного процесса и технологий обучения, с другой. Практика показывает, что обучаемые, выросшие в среде цифровой коммуникации, с готовностью воспринимают цифровую трансформацию образовательных технологий. Тогда как преподавательская деятельность требует методологического переосмысления, теоретического обоснования, экспериментальной проверки и практической реализации на основе принципиально новых концептуальных подходов к организации обучения и воспитания студентов в условиях цифровизации образования [3]. Реализация ЦОС предметной области требует иных компетенций не только от студентов, но и от преподавателей. Сегодня преподаватель должен наряду с предметными владеть и цифровыми компетенциями, которые позволят ему на высоком уровне

работать с современным контентом и применять соответствующие инструменты обучения.

Опыт создания ЦОС в рамках предметной подготовки рассмотрим на примере базовой геометро-графической подготовки (ГТП) студентов технических вузов, которая в Пермском национальном исследовательском политехническом университете представлена дисциплиной «Инженерная геометрия и компьютерная графика».

2. Проблематика ЦОС в геометро-графической подготовке

В настоящее время главными факторами, формирующими геометро-графическую подготовку, являются парадигма инженерного образования и методология проектно-конструкторской деятельности (ПКД), которые с развитием информационных технологий претерпели кардинальные изменения. Однако методологическая и содержательная концепции образовательной дисциплины «Инженерная геометрия и компьютерная графика» практически сохраняют свои традиционные формы. Для формирования нового облика дисциплины требуется сложная и масштабная перестройка идеологии ГТП до уровня соответствия современным технологиям и методам ПКД [7].

Следует отметить, что для технических университетов характерен завершившийся переход от информационно-знаниевой парадигмы инженерной подготовки к деятельностной на основе прикладных проблемно-ориентированных и проектных подходов [8–10]. Заметим при этом, что деятельностные технологии, цель которых в инженерном образо-

вании приблизить обучение к производственной проектно-конструктивной деятельности, сегодня могут эффективно функционировать только при наличии достаточного уровня цифровой грамотности обучаемых. Это особенно важно и для специфики геометро-графического образования, где в настоящее время меняется сам предмет исследования. Традиционные системы 2D-изображения (проекционные) как по информативности, так и в технологическом отношении стали вторичными, а основная концепция графического образования изначально и целиком должна опираться на цифровую 3D- (объемную) модель, объединяющую информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла.

Практическая реализация проектов цифрового образовательного пространства предметного обучения уже осуществляется во многих технических вузах [11–13] на уровнях онлайн-ового и смешанного обучения, но проблемы реализуемой на младших курсах обучения в вузе ГТП и трансформация обучения в ЦОС остаются пока не исследованными.

Авторы имеют многолетний опыт информатизации и цифровизации ГТП [14–16]. В таблице 1 приведены данные обобщенного анализа проделанной работы по созданию ЦОС ГТП в Пермском национальном исследовательском политехническом университете. В зависимости от уровней информатизации (сетевизации, цифровизации, онлайн-овизации) в общей картине создаваемой обучающей среды выделены этапы, которые требуют методологического осмысления, теоретического обоснования и практической реализации.

Из таблицы 1 видно, что за основной принцип эффективной работы выбран принцип непрерывно-

Таблица 1

Уровень цифровизации различных этапов обучения

Этапы учебной деятельности	Назначение этапов	Средства ЦОС	Функциональный уровень цифровой составляющей технологии обучения
Теоретические позиции программного материала дисциплины	Обсуждение основных положений дисциплины с позиций ЦОС	Лекционные презентации. Открытые образовательные ресурсы в интернете	<i>Иллюстративная функция:</i> представление графического материала (80 %)
Знакомство с цифровыми технологиями	Обучение работе в цифровой графической среде	КОМПАС-3D и другие графические пакеты	<i>Познавательная функция:</i> владение цифровым инструментарием (60 %)
Практика геометрических знаний	Отработка алгоритмов решения задач с традиционным, смешанным и инновационным наполнением	Интерактивный электронный ресурс. Программное обеспечение геометрических решателей	<i>Учебно-эвристическая функция:</i> реализация творческих подходов при разработке алгоритмов решения геометрических задач (50 %)
Проектная деятельность в рамках Единой системы конструкторской документации	Поиск, обработка и оформление информации в соответствии с регламентами проектного задания. Подготовка документации	Открытые образовательные ресурсы, поисковые системы, электронные библиотеки, КОМПАС-3D, мобильные приложения для общения	<i>Проектно-конструкторская функция:</i> приобретение опыта создания реальных изделий на основе 3D-моделирования и действующих стандартов (50 %)
Мониторинг качества подготовки	Входной контроль, самоконтроль, рубежный и итоговый контроль по всей дисциплине	Единая электронная система тестирования	<i>Контролирующая функция:</i> оценка результатов обучения на всех этапах (60 %)

сти цифрового предоставления учебного материала дисциплины, позволяющий погрузить студентов в цифровую среду с первого этапа обучения дисциплины до его окончания. Также продемонстрирован уровень использования цифровой среды на разных этапах обучения (относительно традиционных форм) в зависимости от многих факторов, определяющих как содержательную составляющую этапа, так и возможность практической реализации знаний, умений, владений.

Содержательная позиция представленных этапов дисциплины основывается на инновационных принципах [7] и рассматривается как тезис о том, что начальную (равно как и основную) стадию проектно-конструкторской подготовки следует базировать на 3D-моделях прототипов (аналогов) будущих объектов специализации. При этом прикладные геометрические аспекты должны преобладать над абстрактной геометрией и графикой, не умаляя роли теоретических основ в базовой ГПП.

3. Практические примеры цифровизации геометро-графической подготовки

Обратимся к практическим примерам. Необходимо отметить, что проекционные построения и знания законов проецирования (технология 2D) сохраняют и в наши дни свою актуальность, не позволяя целиком перейти на современную прогрессивную технологию 3D, так как при создании виртуальной 3D-модели экран компьютера по сути является плоскостью. При практической реализации ГПП до студентов необходимо донести возможности осваиваемых технологий, их особенности и недостатки, а также создать условия для оценки эффективности их использования при решении геометрических задач.

Нами неоднократно демонстрировались примеры прикладных учебных заданий для студентов, в которых приобретаются навыки по сопоставлению технологий 2D и 3D [15, 16]. На рисунке 1 приведен еще один достаточно простой пример, где для решения прикладной задачи необходим синтез двух составляющих алгоритма решения — инновационной и традиционной. В данной задаче необходимо построить модель переходного участка трубопровода, на котором меняются форма его сечения и направление движения рабочей жидкости.

Функционал ЦОС должен обеспечивать для обучающихся возможность формирования цифровой информационной образованности, как отмечено в [3], на уровне цифровой компетентности. Этого можно достигнуть в том случае, когда обучение строится «с позиций проблемно-практического аспекта, выражающегося в адекватном распознавании и понимании информационной ситуации, правильном и эффективном решении возникающих задач и в достижении поставленных целей» [3, с. 227]. Цифровая компетентность включает четыре компонента: знания, умения, мотивацию и ответственность, а оценка производится по субшкалам: коммуникация (общение), контент (поиск, отбор, создание, распространение контента), технические аспекты использования интернета и потребление (применение востребованных сервисов) [17]. Цифровая компетентность в рамках базовой ГПП формируется на этапе проектной деятельности при реализации конструктивно-технологического функционала.

Надо отметить, что актуализация содержания современной проектной работы в инженерном образовании зависит от многих факторов, главным из которых является инновационная практика инженерии [18]. С учетом требований современного производства цифровая модель становится информационно-интегра-

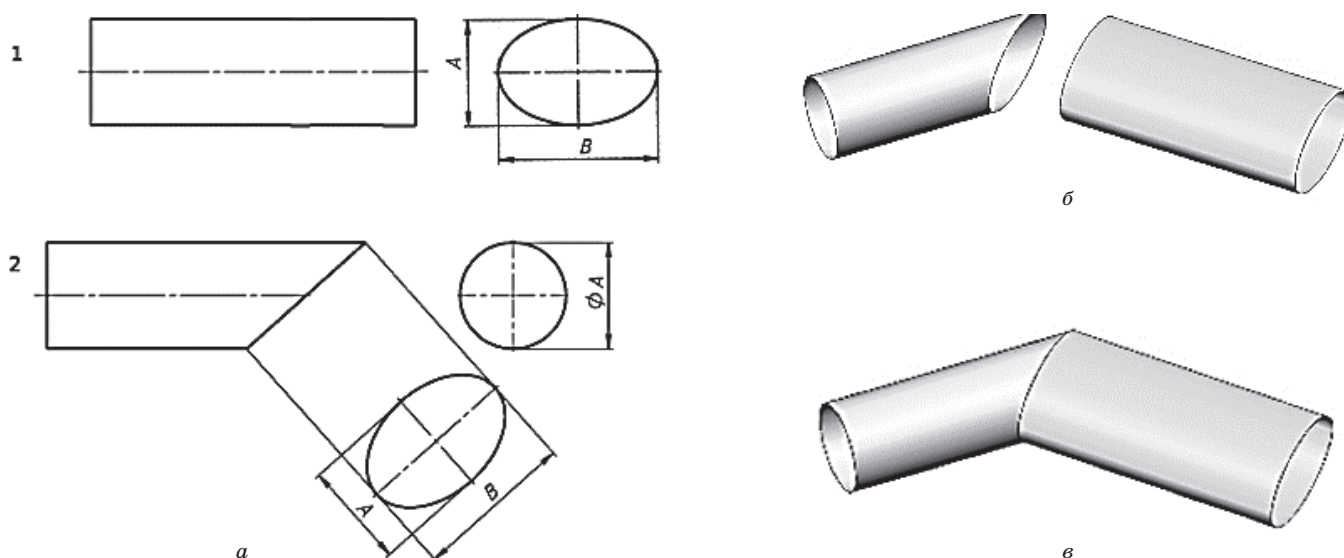


Рис. 1. Пример алгоритма выполнения задания с использованием синтеза 2D- и 3D-технологий проектирования:

а) геометрические построения площадки стыковки двух трубопроводов;

б) подготовленные к стыковке модели участков;

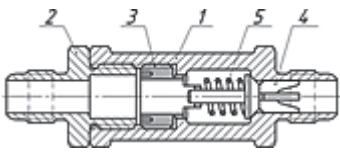
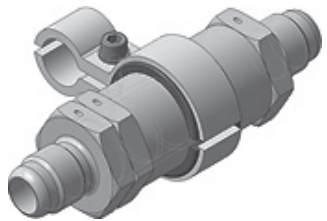
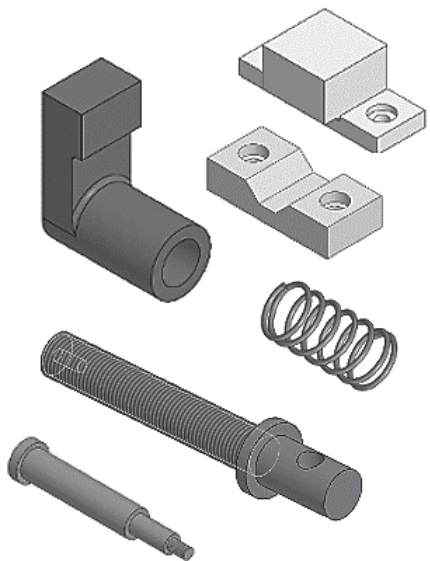
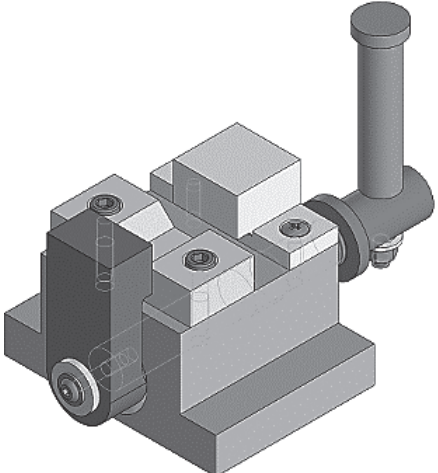
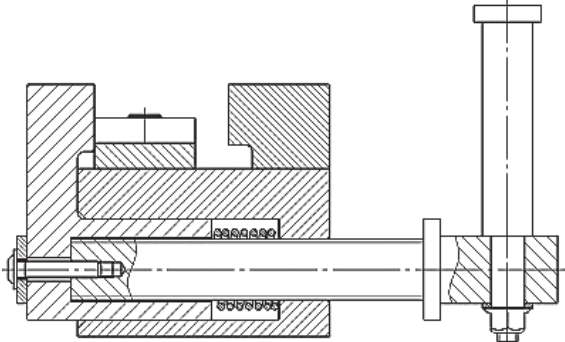
в) модель объекта

ционным ядром, обеспечивающим на любой стадии жизненного цикла изделия решение востребованных инженерных задач, а стандарты Единой системы конструкторской документации отражают производственные запросы [19]. В соответствии с новыми стандартами владение современными 3D-технологиями автоматизированного проектирования выдвигается в число профессиональных компетенций при подготовке инновационных инженеров [20].

В учебных планах ГГП этап проектно-конструкторской деятельности является завершающим в процессе предметного обучения. Основой выполняемых студентами проектов должны быть цифровые 3D-модели деталей и сборочных единиц, дающие визуальное отображение конструкции, а также являющиеся источником информации для разработки в процессе выполнения задания требуемой конструкторской документации.

Таблица 2

Методология выполнения проектных заданий

Вариант выполнения	Техническое задание. Исходные данные	Результат проектирования
1	По заданному чертежу общего вида на изделие «Клапан» создать модели составных частей и модель изделия в целом 	Модели составных частей:  Модель изделия: 
2	Сконструировать модель корпуса и объекта в целом, используя заданные типовые детали зажимного приспособления 	Модель изделия:  Ассоциативный чертеж: 

Готовность студентов к проектно-конструкторской деятельности формируется при выполнении в рамках самостоятельной работы комплексного проектного задания:

- интегрирующего различные разделы дисциплины;
- имитирующего реальную проектную деятельность;
- проявляющего уровень сформированности цифровой компетентности обучаемого.

Организация сопровождения самостоятельной работы над проектом требует достаточного набора технологических, коммуникационных и информационных инструментов, которые обеспечивали бы управление процессом учебного проектирования, опираясь на принцип персонализации, учитывающий личностные особенности и предпочтения студентов [15]. Данный раздел ЦОС включает все требуемые информационные и справочные ресурсы, в том числе узкоспециализированные библиотеки, систему управления ходом выполнения задания, а также оперативный консультационный канал связи с преподавателем, необходимый, если в результате проектирования у студента возникают затруднения.

В таблице 2 представлен пример содержательных вариантов проектных заданий с методологически разными подходами. Приведенные варианты технологии выполнения проектного задания позволяют учитывать предпочтения студентов, уровень полученных ими геометрических знаний, личностный творческий потенциал и степень сформированности цифровой компетентности.

В первом варианте задания сочетаются элементы традиционной геометрической грамотности (умения читать чертеж) и инновационно-технологической (цифровой — создание 3D-моделей геометрических образов с использованием программы САПР). Во втором варианте помимо двух названных дополнительно необходима творческая составляющая, способствующая формированию конструкторских навыков студента. В этом случае нужно по заданным моделям составных частей придумать конструкцию, понять ее назначение и принцип работы. Необходимы также дополнительный сбор информации из различных источников, работа со справочным материалом, проведение анализа конструкций-аналогов.

Содержание задания может учитывать направление подготовки. Например, для студентов-механиков предусматривается разработка на основе технологии 3D конструкторской документации сборочной единицы, которая является аналогом зажимного приспособления для механической обработки деталей.

4. Цифровой мониторинг образовательных результатов

Обеспечение качества обучения предполагает осуществление мониторинга достигаемых образовательных результатов, а также отслеживание процесса формирования профессиональных компетенций на каждом этапе освоения образовательной програм-

мы. Обратная связь на основе данных мониторинга позволяет управлять образовательным процессом и своевременно реагировать на результаты обучения посредством корректирующих воздействий. Цифровизация образования требует новых взглядов на систему оценивания и учета успеваемости студентов.

В этой связи возникает необходимость создания в ЦОС информационной подсистемы, предназначенной для автоматизированного сбора информации о получаемых знаниях и умениях, что является организующим моментом в процессе электронного управления качеством предметной подготовки студентов. Использование цифровой автоматизации контролирующих процедур позволяет [21]:

- в постоянном режиме активизировать работу профессорско-преподавательского состава по обновлению и совершенствованию содержания и методов обучения;
- усилить регулярный контроль за работой студентов при освоении ими образовательной программы;
- повысить дисциплинарную ответственность студентов за результат своей деятельности и их мотивацию по освоению предметной области;
- повысить качество обучения и улучшить показатели успеваемости обучаемых.

Для того чтобы мониторинг в рамках предметного обучения стал реальным инструментом управления учебным процессом, необходимо выполнить ряд требований [22]: учет особенности предметной области, полнота и достоверность данных, точность и доступность полученной информации, своевременность, непрерывность и др.

Мониторинг предметного обучения подразумевает использование комплекса критериев и методов контроля для обеспечения системности формирования предметных компетенций студента. Важнейшей задачей организации мониторинга является также определение места включения соответствующего контролирующего мероприятия в программу обучения.

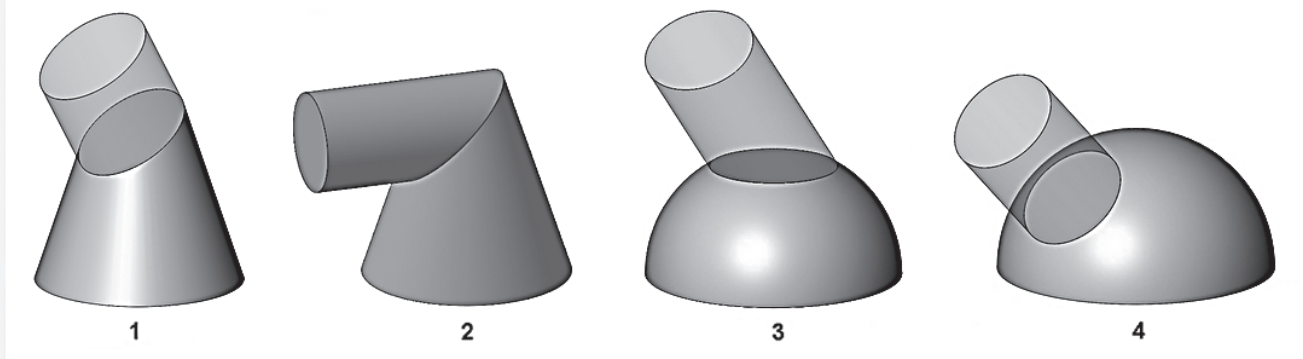
Для решения проблемы организации мониторинга в условиях ЦОС могут использоваться уже имеющиеся методологические и методические разработки, адаптированные и интегрированные в понятия системы ЦОС и парадигмальной концепции ГГП.

В условиях цифровизации большой объем получаемых в ходе мониторинга данных может обрабатываться автоматически. Автоматизация при анализе данных успеваемости студентов позволяет выработать управляющие воздействия на сложившуюся ситуацию в рамках предметной подготовки в целом, в отдельных студенческих группах и на ситуацию успеваемости конкретного студента [23].

В ПНИПУ в рамках ГГП автоматизированный мониторинг для студентов дневного и заочного отделений используется во всех видах контроля, предусмотренных образовательной программой [16].

По каждому из осваиваемых учебных модулей подготовлены тематические тесты для самоконтроля обучаемых и контрольные тесты по завершении

Подберите модель арматуры «Переходник» с участием прямого кругового цилиндра, для которого форма и размеры стыковочной площадки соответствуют нормальному сечению цилиндра



☐ 1 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2

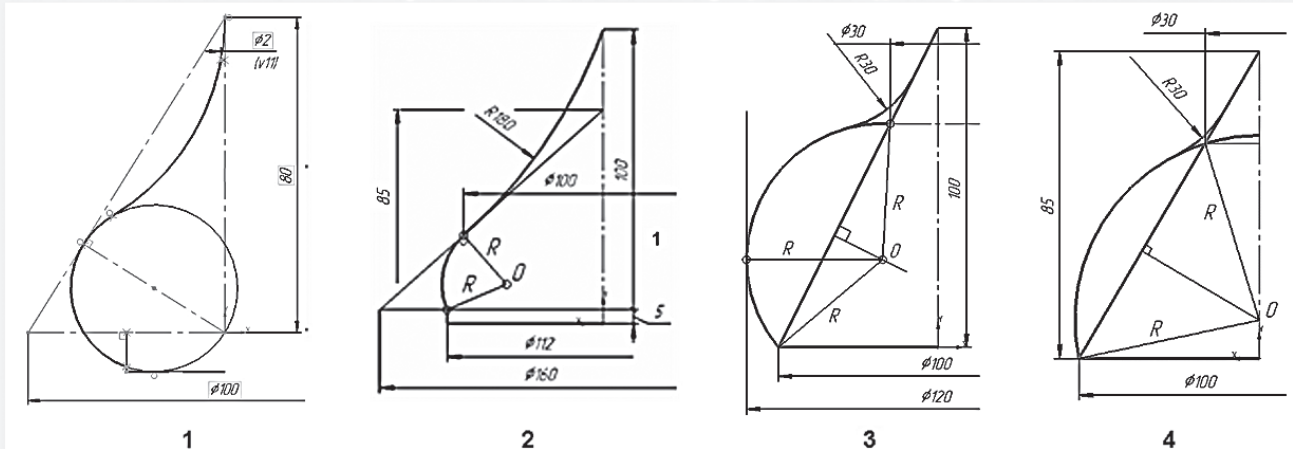
Рис. 2. Пример профессионально-ориентированного тестового задания

модуля. Тезаурус модульных областей охватывает ключевые понятия (дидактические единицы) в соответствии с программой обучения. Тестовые задания построены таким образом, что на этапе теоретической подготовки процедура контроля предусматривает оценку уровня знаний с позиций нормативного освоения материала предметной области, а на практическом этапе оценка определяется уже с учетом выполнения проектных заданий. В последнем случае оцениваются практическая подготовка студента, в том числе в области 3D-моделирования, владение

им профессиональной терминологией и степень погруженности в профессиональную среду будущей специализации.

При оценке практической подготовки обучаемые выполняют тестовые задания, учитывающие профессиональную направленность конкретного раздела учебной программы. На рисунке 2 приведен пример одного из тестовых заданий, относящегося к теме «Поверхности» и составленного с учетом выполнения студентами проектного задания, учитывающего профиль осваиваемой образовательной программы [15].

Установите соответствие эскиза построения 3d модели объекта вращения его заданному описанию



1. -----
 2. -----
 3. Конус и неопределенный тор имеют две общие заданные окружности: касания и пересечения с основанием конуса
 4. Построение поверхности по классическому алгоритму «золотого сечения»
- Конус и неопределенная торовая поверхность пересекаются по двум заданным окружностям
Конус и неопределенная сфера пересекаются по двум заданным окружностям

Рис. 3. Пример теста по контролю алгоритма создания 3D-модели

Отдельным этапом (см. табл. 1), необходимым для функционирования ЦОС ГГП, является лабораторный практикум по компьютерной графике и 3D-моделированию, имеющий свои особенности и сложности, которые необходимо учитывать при организации мониторинга. При проведении лабораторных работ применяются различные формы контроля, начиная от визуального, когда преподаватель оценивает результат выполнения запланированных практиком действий студента, и заканчивая тестами по оценке уровня владения приемами твердотельного моделирования. На рисунке 3 приведен пример одного из тестовых заданий на анализ профиля для создания 3D-модели геометрического объекта, ограниченного поверхностями вращения. Подобные тесты позволяют объединить контроль знаниевой составляющей геометрического образования и оценку уровня практического владения компьютерным инструментарием.

В условиях цифровизации проверка качества полученных знаний помимо инструментов тестового контроля предполагает и другие формы оценки. В частности тесты малоэффективны для выявления у студентов таких качеств, как умение самостоятельно и творчески мыслить, логически обосновывать свой выбор рационального алгоритма. Соответственно, полученная в результате тестирования высокая оценка не является однозначным индикатором соот-

ветствующего уровня сформированности у студента всех составляющих предметной компетентности.

Основной задачей и востребованным решением при смене парадигмы геометро-графического образования является организация контроля качества 3D-моделей профессиональных объектов при самостоятельной внеаудиторной работе студентов. Подобные объекты отличаются большим количеством сложных формообразующих элементов и нормализованных размерных параметров. Для таких моделей, наряду с тривиальными вариантами оценки качества модели (визуальный, время выполнения и т. п.), необходимо внедрение более точных приемов оценивания, таких как рациональность геометрического построения и точность параметрических характеристик реализуемого объекта.

Демонстрация одной из таких простых косвенных проверок качества модели приведена на рисунке 4, где для представленной студентом модели показаны изображения «шаблонов» модели для контроля качества некоторых этапов. Для контроля соответствия формы модели (рис. 4, б) используется заранее подготовленный шаблон (рис. 4, в), копирующий точную форму, соответствующую чертежу представляемой модели (рис. 4, а). Точность подбора стандартизированных размеров контролируется вспомогательным размерным параметром B^* (рис. 4, г).

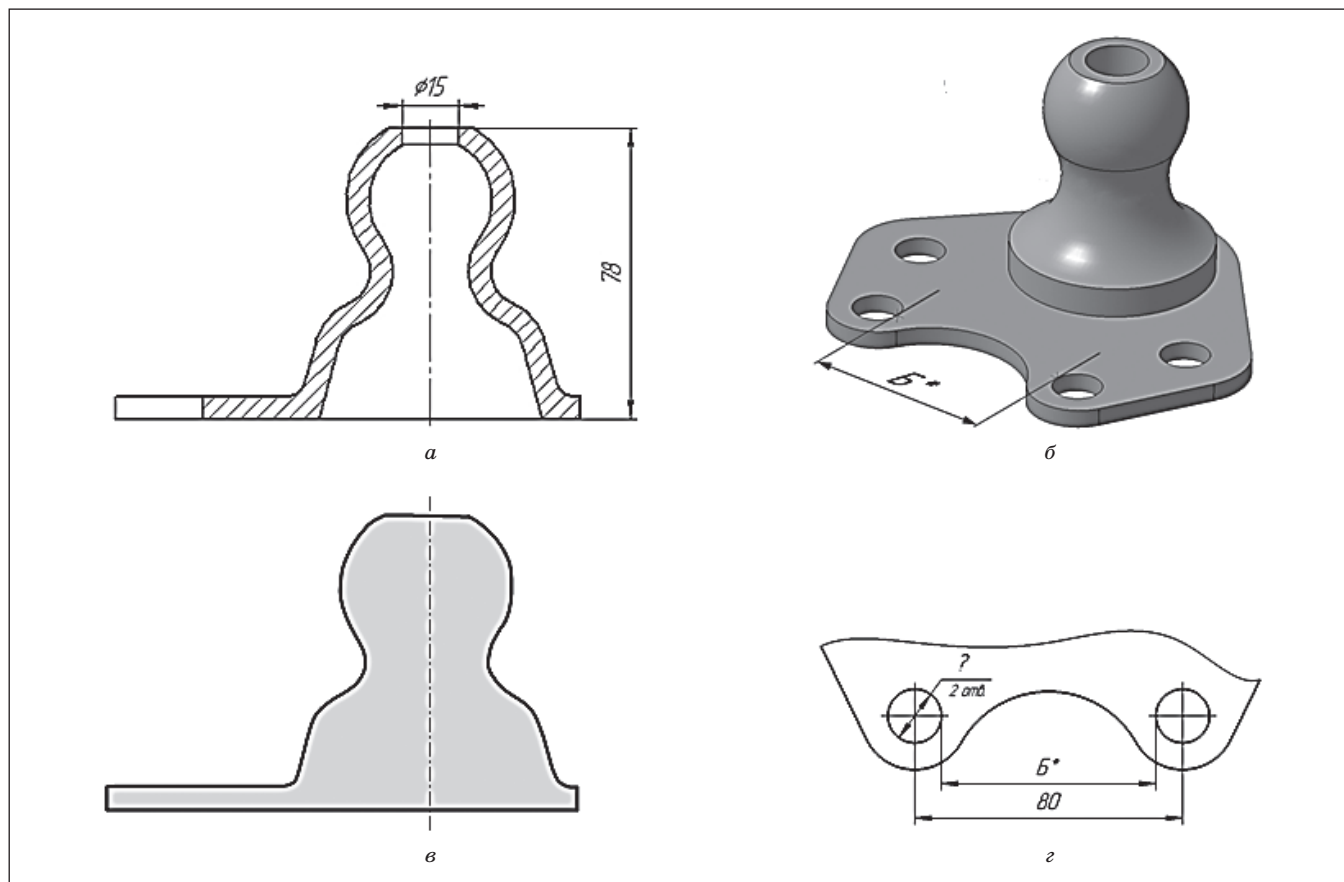


Рис. 4. Контроль качества 3D-модели детали:
а) контролируемая форма очертания детали; б) общий вид модели; в) шаблон контроля формы детали;
г) контроль точности параметров (B^*)

5. Заключение

Обобщая все сказанное выше и основываясь на практических примерах наполнения системы цифрового обучения, можно считать очевидным, что образовательный процесс, реализуемый в ЦОС, будет отличаться от традиционного. Такой процесс требует инновационных подходов к разработке содержания предметной области, трансформации образовательных методов и технологий обучения. Современный этап цифровизации в образовании погружает всех его субъектов в ЦОС. В этих условиях необходима мотивация как студентов, так и преподавателей на инновационное поведение, развитие их информационной компетентности, способности осуществлять предметное обучение в онлайн-овом и/или смешанном режиме. Практика цифровизации ГПП показала высокую эффективность ЦОС при организации проектной деятельности в рамках самостоятельной работы студентов. Важной составляющей ЦОС является цифровой мониторинг предметного обучения, интегрирующий уже сложившиеся практики контроля с новыми оценивающими процедурами и обеспечивающий должное качество инженерной подготовки будущих специалистов для цифровой экономики России.

Список использованных источников

1. Сафуанов Р. М., Лехмус М. Ю., Колганов Е. А. Цифровизация системы образования // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия экономика. 2019. № 2. С. 116–121. <http://ogbus.ru/index.php/bul/article/view/9922>
2. Никулина Т. В., Стариченко Е. Б. Информатизация и цифровизация образования: понятия, технологии, управление // Педагогическое образование в России. 2018. № 8. С. 107–113. <http://journals.uspu.ru/attachments/article/2133/14.pdf>
3. Богословский В. И., Бусыгина А. Л., Анискин В. Н. Концептуальные основы высшего образования в условиях цифровой экономики // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 1. С. 223–230. <https://snv63.ru/2309-4370/article/view/21613>
4. Омарова С. К. Современные тенденции образования в эпоху цифровизации // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2018. № 1. С. 78–83. DOI: 10.30853/pedagogu.2018-1.17
5. Биленко П. Н., Блинов В. И., Дулинов М. В., Есенина Е. Ю., Кондаков А. М., Сергеев И. С. Педагогическая концепция цифрового профессионального образования и обучения. 2020. 98 p. https://firo.ranepa.ru/files/docs/spo/cifrovaya_didactika/pedagogicheskaya_koncepciya_cifrovogo_prof_obr_i_obuch_jan2020.pdf
6. Тульчинский Г. Л. Цифровая трансформация образования: вызовы высшей школе // Философские науки. 2017. № 6. С. 121–136. <https://www.phisci.info/jour/article/view/371>
7. Горнов А. О., Усанова Е. В., Шацлло Л. А. Объективные противоречия ГПП в контексте современных тенденций в инженерном образовании и методологии проектирования // Проблемы координации работы технических вузов в области повышения качества инженерно-графической подготовки студентов. Материалы научно-методической конференции. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2018. С. 12–24.
8. Похолоков Ю. П., Рожкова С. В., Толкачева К. К. Применение практико-ориентированных образовательных технологий при подготовке инженерных кадров // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 16. С. 56–59.
9. Чучалин А. И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 10. С. 47–62. DOI: 10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62
10. Журавковский В. М. Современные тенденции развития инженерного образования на основе интеграции образования, науки и инноваций // Модернизация инженерного образования: российские традиции и современные инновации. Сборник материалов международной научно-практической конференции. Якутск: СВФУ, 2017. С. 13–28.
11. Каракозов С. Д., Уваров А. Ю. Успешная информатизация — трансформация учебного процесса в цифровой образовательной среде // Проблемы современного образования. 2016. № 2. С. 7–19.
12. Макеева А. В., Ваганова О. И., Смирнова Ж. В. Применение различных форм информационно-коммуникационных технологий в условиях цифрового образовательного пространства // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 6. С. 126–130.
13. Петрова В. Н., Ларионова А. В. Индивидуализация образования в смешанном обучении как предиктор профессионального развития будущего специалиста // Открытое и дистанционное образование. 2018. № 4. С. 32–39. http://journals.tsu.ru/ou/&journal_page=archive&id=1777
14. Александрова Е. П., Носов К. Г., Столбова И. Д. Практическая реализация проектно-ориентированной деятельности студентов в ходе графической подготовки // Открытое образование. 2015. № 5. С. 55–62.
15. Столбова И. Д., Александрова Е. П., Кочурова Л. В. Организация управления графическим образованием в условиях цифровизации // Информатика и образование. 2019. № 9. С. 47–55.
16. Столбова И. Д., Александрова Е. П., Кочурова Л. Г. Логика инноваций графического образования // Открытое и дистанционное образование. 2019. № 2. С. 26–34. http://journals.tsu.ru/ou/&journal_page=archive&id=1829
17. Солдатова Г. У., Шляпников В. Н. Цифровая компетентность российских педагогов // Психологическая наука и образование. 2015. Т. 20. № 4. С. 5–18. DOI: 10.17759/pse.2015200401
18. Тимошевская Н. В., Карцева Н. С., Коваленко О. Г. Системная инженерия проектирования инноваций // Молодой ученый. 2016. № 2. С. 593–596. <https://moluch.ru/archive/106/25219/>
19. Брицко Г. В. Особенности организации логистической поддержки жизненного цикла сложной инновационной продукции // Вестник университета. 2014. № 12. С. 5–11.
20. Сагадеев В. В., Смирнова Л. А., Киригина М. Е. Технологии геометрического моделирования в формировании проектно-конструкторской компетенции // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2019. Т. 11. № 4. С. 47–54.
21. Жетесова Г. С., Ерназарова М. А. Автоматизация контроля знаний студентов при модульной форме обучения на основе программного обеспечения // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-2. С. 355–359. <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34164>
22. Кляев С. Г., Сизоненко А. Б. Система мониторинга и управления качеством формирования профессиональных компетенций у обучающихся // Общество и право. 2016. № 3. С. 234–237. https://mvd.ru/upload/site119/folder_page/003/467/465/sl-2016-357-1.pdf
23. Кочурова Л. В., Кузнецова Л. А., Столбов О. В., Столбова И. Д. Мониторинг качества графической подготовки на основе системы автоматизированного контроля // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2017. Т. 1. С. 304–320.

ABOUT DIGITAL TRANSFORMATION OF SUBJECT LEARNING

I. D. Stolbova¹, L. V. Kochurova¹, K. G. Nosov¹

¹ Perm National Research Polytechnic University

614900, Russia, Perm, Komsomolsky prospect, 29

Abstract

Digital education is carried out due to a deep transformation of the educational process and widespread use of digital educational technologies. Within the framework of subject learning, digital technologies are radically changing the content of the disciplines taught and the form of their presentation. The experience of creating a digital educational environment (DEE) in the framework of subject training is considered on the example of basic geometric and graphic training (GGT) of technical university students. Currently, the main factors shaping GGT are the paradigm of engineering education and methodology of design and development activities, which have undergone dramatic changes with the development of information technology. The basic concept of graphic education should initially and entirely be based on a digital 3D (volumetric) model that combines information about a product at all stages of its life cycle.

At the same time, applied geometric aspects should prevail over abstract geometry and graphics, not underestimating the role of theoretical foundations in the basic GGP. The architecture of building DEE of geometric-graphic training is presented, which integrates all types of educational activities and is based on the principle of “continuity” of the learning process in a digital environment at all stages of the educational process. The functional use of digital technologies in various forms of training sessions, which allows students to carry out independent activities, taking into account personalization, is noted. Practical examples of graphic tasks, design and test tasks are given. When organizing monitoring in DEE conditions, existing methodological developments can be used, adapted and integrated in terms of the DEE system and the paradigmatic concept of GGT. Monitoring of learning outcomes in assessing digital competence, along with the constant improvement of test control, implies its completion with other forms of assessing the achievements of students.

Keywords: digital educational environment, transformation of educational process, geometric and graphic training, 3D modeling, monitoring of learning outcomes.

DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-53-63

For citation:

Stolbova I. D., Kochurova L. V., Nosov K. G. K voprosu o tsifrovoy transformatsii predmetnogo obucheniya [About digital transformation of subject learning]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2020, no. 9, p. 53–63. (In Russian.)

Received: September 10, 2020.

Accepted: October 27, 2020.

About the authors

Irina D. Stolbova, Doctor of Sciences (Engineering), Docent, Head of the Department “Design, Descriptive Geometry and Graphics”, Perm National Research Polytechnic University, Russia; stolbova.irina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0546-9428

Lyudmila V. Kochurova, Senior Lecturer at the Department “Design, Descriptive Geometry and Graphics”, Perm National Research Polytechnic University, Russia; l-kochurova@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5527-8227

Konstantin G. Nosov, Senior Lecturer at the Department “Design, Descriptive Geometry and Graphics”, Perm National Research Polytechnic University, Russia; const-r@ya.ru; ORCID: 0000-0002-3265-9091

References

1. Safuanov R. M., Lehmus M. Yu., Kolganov E. A. Tsifrovizatsiya sistemy obrazovaniya [Digitalization of the education system]. *Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovanie, ehkonomika. Seriya ehkonomika — Bulletin of USPTU. Science, education, economics. Economics series*, 2019, no. 2, p. 116–121. (In Russian.) Available at: <http://ogbus.ru/index.php/bul/article/view/9922>
2. Nikulina T. V., Starchenko E. B. Informatizatsiya i tsifrovizatsiya obrazovaniya: ponyatiya, tekhnologii, upravlenie [Informatization and digitalization of education: concepts, technologies, management]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii — Pedagogical Education in Russia*, 2018, no. 8, p. 107–113. (In Russian.) Available at: <http://journals.uspu.ru/attachments/article/2133/14.pdf>
3. Bogoslovsky V. I., Busygina A. L., Aniskin V. N. Kontseptual'nye osnovy vysshego obrazovaniya v usloviyakh tsifrovoy ehkonomiki [Conceptual foundations of higher education in the digital economy]. *Samarskiy nauchnyy vestnik — Samara Journal of Science*, 2019, vol. 8, no. 1, p. 223–230. (In Russian.) Available at: <https://snv63.ru/2309-4370/article/view/21613>
4. Omarova S. K. Sovremennye tendentsii obrazovaniya v ehpkhu tsifrovizatsii [Modern trends of education in the era of digitization]. *Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki — Pedagogy. Theory & Practice*, 2018, no. 1, p. 78–83. (In Russian.) DOI: 10.30853/pedagogy.2018-1.17
5. Bilenko P. N., Blinov V. I., Dulinov M. V., Yesenina E. Yu., Kondakov A. M., Sergeev I. S. Pedagogicheskaya kontseptsiya tsifrovogo professional'nogo obrazovaniya i obucheniya [Pedagogical concept of digital vocational education and training]. 2020. 98 p. (In Russian.) Available at:

https://firo.ranepa.ru/files/docs/spo/cifrovaya_didaktika/pedagogicheskaya_koncepciya_cifrovogo_prof_obr_i_obuch_jan2020.pdf

6. Tulchinsky G. L. Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: vyzovy vysshej shkole [Digital transformation of education: challenges for higher school]. *Filosofskie nauki — Russian Journal of Philosophical Sciences*, 2017, no. 6, p. 121–136. (In Russian.) Available at: <https://www.phisci.info/jour/article/view/371>

7. Gornov A. O., Usanova E. V., Shatsillo L. A. Ob”ektivnye protivorechiya GGP v kontekste sovremennykh tendentsij v inzhenernom obrazovanii i metodologii proektirovaniya [Objective contradictions of GGT in the context of modern trends in engineering education and design methodology]. *Problemy koordinatsii raboty tekhnicheskikh vuzov v oblasti povysheniya kachestva inzhenerno-graficheskoy podgotovki studentov. Materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii [Problems of coordinating the work of technical universities in the field of improving the quality of engineering and graphic training of students. Materials of the scientific and methodological conference]*. Rostov-on-Don, DSTU, 2018, p. 12–24. (In Russian.)

8. Pokholkov Yu. P., Rozhkova S. V., Tolkacheva K. K. Primenenie praktiko-orientirovannykh obrazovatel'nykh tekhnologij pri podgotovke inzhenernykh kadrov [Application of practice-oriented educational technologies in the training of engineering personnel]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta — Bulletin of Kazan Technological University*, 2013, vol. 16, no. 16, p. 56–59. (In Russian.)

9. Chuchalin A. I. Inzhenernoe obrazovanie v ehpkhu industrial'noj revolyutsii i tsifrovoy ehkonomiki [Engineering education in the epoch of industrial revolution and digital

economy]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2018, vol. 27, no. 10, p. 47–62. (In Russian.) DOI: 10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62

10. Zhurakovskiy V. M. Sovremennye tendentsii razvitiya inzhenerenogo obrazovaniya na osnove integratsii obrazovaniya, nauki i innovatsij [Modern trends in the development of engineering education based on the integration of education, science and innovation]. Yakutsk, NEFU, 2017, p. 13–28. (In Russian.)

11. Karakozov S. D., Uvarov A. Yu. Uspeshnaya informatizatsiya — transformatsiya uchebnogo protsesssa v tsifrovoy obrazovatel'noj srede [Successful informatization = transformation of the educational process in the digital educational environment]. *Problemy sovremennogo obrazovaniya — Problems of Modern Education*, 2016, no. 2, p. 7–19. (In Russian.)

12. Makeeva A. V., Vaganova O. I., Smirnova J. V. Primenenie razlichnykh form informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologiy v usloviyakh tsifrovogo obrazovatel'nogo prostranstva [The use of various forms of information and communication technologies in a digital educational space]. *Innovatsionnaya ehkonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya — Innovative Economics: Prospects for Development and Improvement*, 2018, no. 6, p. 126–130. (In Russian.)

13. Petrova V. N., Larionova A. V. Individualizatsiya obrazovaniya v smeshannom obuchenii kak prediktor professional'nogo razvitiya budushhego spetsialista [Individualization of education in blended learning as a predictor of future specialists' professional development]. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie — Open and Distance Education*, 2018, no. 4, p. 32–39. (In Russian.) Available at: http://journals.tsu.ru//ou/&journal_page=archive&id=1777

14. Alexandrova E. P., Nosov K. G., Stolbova I. D. Prakticheskaya realizatsiya proektno-orientirovannoy deyatel'nosti studentov v khode graficheskoy podgotovki [Practical implementation of student's project-oriented activities during graphical training]. *Otkrytoe obrazovanie — Open Education*, 2015, no. 5, p. 55–62. (In Russian.)

15. Stolbova I. D., Aleksandrova E. P., Kochurova L. V. Organizatsiya upravleniya graficheskim obrazovaniem v usloviyakh tsifrovizatsii [Organization of graphic education management in terms of digitalization]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2019, no. 9, p. 47–55. (In Russian.)

16. Stolbova I. D., Alexandrova E. P., Kochurova L. G. Logika innovatsij graficheskogo obrazovaniya [Logics of innovations in graphic education]. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie — Open and Distance Education*, 2019, no. 2,

p. 26–34. (In Russian.) Available at: http://journals.tsu.ru/ou/&journal_page=archive&id=1829

17. Soldatova G. U., Shlyapnikov V. N. Tsifrovaya kompetentnost' rossijskikh pedagogov [Digital competence of Russian school teachers]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie — Psychological science and education*, 2015, vol. 20, no. 4, p. 5–18. (In Russian.) DOI: 10.17759/pse.2015200401

18. Timoshevskaya N. V., Kartseva N. S., Kovalenko O. G. Sistemnaya inzheneriya proektirovaniya innovatsij [System engineering of innovation design]. *Molodoj uchenyy — Young Scientist*, 2016, no. 2, p. 593–596. (In Russian.) Available at: <https://moluch.ru/archive/106/25219/>

19. Britsko G. V. Osobennosti organizatsii logisticheskoy podderzhki zhiznennogo tsikla slozhnoy innovatsionnoy produktsii [Peculiarities organization of logistic support life cycle complex innovative products]. *Vestnik universiteta — University Bulletin*, 2014, no. 12, p. 5–11. (In Russian.)

20. Sagadeev V. V., Smirnova L. A., Kiryagina M. E. Tekhnologii geometricheskogo modelirovaniya v formirovaniy proektno-konstruktorskoj kompetentsii [Technology geometric modeling in the formation of design competence]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo ehnergeticheskogo universiteta — Bulletin of Kazan State Power Engineering University*, 2019, vol. 11, no. 4, p. 47–54. (In Russian.)

21. Zhetesova G. S., Ernazarova M. A. Avtomatizatsiya kontrolja znanij studentov pri modul'noj forme obuchenija na osnove programmnogo obespechenija [Automation of students knowledge at modular form of education based on the software]. *Fundamental'nye issledovaniya — Fundamental Research*, 2014, no. 6-2, p. 355–359. (In Russian.) Available at: <https://fundamental-research.ru/article/view?id=34164>

22. Klyuev S. G., Sizonenko A. B. Sistema monitoringa i upravleniya kachestvom formirovaniya professional'nykh kompetentsij u obuchayushhikhsya [The system of monitoring and quality management of formation of professional competence of studying]. *Obshchestvo i pravo — Society and Law*, 2016, no. 3, p. 234–237. (In Russian.) Available at: https://mvd.ru/upload/site119/folder_page/003/467/465/sl-2016-357-1.pdf

23. Kochurova L. V., Kuznetsova L. A., Stolbov O. V., Stolbova I. D. Monitoring kachestva graficheskoy podgotovki na osnove sistemy avtomatizirovannogo kontrolya [Monitoring of the quality of graphical training on the basis of the automated control system]. *Problemy kachestva graficheskoy podgotovki studentov v tekhnicheskoy vuz: traditsii i innovatsii — Quality Problems of Graphic Preparation of Students in a Technical University: Traditions and Innovations*, 2017, vol. 1, p. 304–320. (In Russian.)