

УДК 372.862

## ОПЫТ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО СТАНДАРТАМ WORLDSKILLS

**Бурцев Д.С., Солохненко В.В., Джунковский А.В.**

*Московский политехнический университет, Москва, e-mail: vc@mospolytech.ru*

Движение Worldskills стремительно набирает популярность в отечественном образовании, как среднем, так и высшем. В настоящее время преподаватели Московского политехнического университета все чаще выбирают практико-ориентированную форму приема экзаменов и зачетов с привлечением стандартов профессионального мастерства движения WorldSkills. Такая форма аттестации, с одной стороны, гораздо более требовательна к уровню подготовки студентов, а с другой – наиболее близка к реальной работе будущих специалистов. Суть практико-ориентированных экзаменов заключается в том, что студент получает достаточно объемное задание, которое он должен выполнить в течение условного рабочего дня или даже нескольких дней. Эта задача часто является типичной практической задачей, которую молодому специалисту с большой долей вероятности придется решать с началом своей карьеры. Данная статья содержит опыт подготовки и проведения практико-ориентированного экзамена по дисциплине «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна». В статье представлены экзаменационные задания, разработанные авторами, критерии оценки в соответствии со стандартами WorldSkills. На основании проведенных экзаменов сделан вывод, что данная форма аттестации является более эффективной, чем классический подход.

**Ключевые слова:** Worldskills, практико-ориентированный экзамен, САПР, промышленный дизайн, технология художественной обработки материалов

## EXPERIENCE IN PREPARING AND CONDUCTING PRACTICE-ORIENTED EXAMS ACCORDING TO WORLDSKILLS STANDARDS

**Burtzev D.S., Solokhnenko V.V., Dzhunkovskiy A.V.**

*Moscow Polytechnic University, Moscow, e-mail: vc@mospolytech.ru*

The Worldskills movement is rapidly gaining popularity in domestic education, both secondary and higher education. Now teachers of the Moscow Polytechnic University more and more often choose the practice-oriented form of acceptance of examinations and tests with involvement of standards of professional skill of the WorldSkills movement. This form of certification on the one hand is much more demanding to the level of training of students, and on the other is the closest to real work. The essence of practice-oriented exams is that the student receives a fairly voluminous task that he must perform during a conditional working day. This task is often a typical practical task that a young specialist with a high probability will have to solve with the beginning of his career. This article contains the experience of preparing and conducting a practice-oriented exam in the discipline «Computer-aided design of industrial design products». The paper presents the exam tasks developed by the authors, evaluation criteria in accordance with WorldSkills standards. On the basis of the conducted examinations, it is concluded that this form of certification is more effective than the classical approach.

**Keywords:** Worldskills, practice-oriented exam, CAD, industrial design, technology of artistic processing of materials

Современное производство любой отрасли является высокотехнологичной сферой деятельности. Применение систем автоматизированного проектирования анализа и производства (CAD, CAE, CAM) в этих отраслях давно считается нормой и условием высокого качества результатов. Поэтому улучшение подготовки специалистов в областях владения такими системами является прямым ответом на потребности современного производства.

Среди перечисленных систем – CAD, CAE, CAM – основными являются CAD-системы, системы автоматизированного проектирования. С помощью них создают 3D модели, которые в дальнейшем используют в системах инженерного анализа и производства (CAE, CAM), а также весь комплекс документации необходимой для реализации производства любого изделия. Таким образом, свободное владение CAD-системами

является неотъемлемой составляющей программы подготовки современного инженера.

В то же самое время сфера проектирования и производства не всегда предполагает создание принципиально нового изделия. Очень часто задача состоит в изучении существующих аналогов и прототипов, поиска слабых мест их конструкций и модернизации. В этом случае анализу может подвергаться не только патентная литература, конструкторская или технологическая документация, но и готовый, функционирующий объект. Эта область деятельности современного инженера получила название обратная разработка или реверс-инжиниринг и требует развитых и неординарных знаний и умений. Поэтому, ставя задачу подготовки инженера, отвечающего потребностям современного производства, необходимо уделять внимание не только освоению им высокотехнологичных методов проекти-

рования и производства, но вопросам развития самого инженера как неотъемлемой составляющей сферы производства.

В процессе подготовки современных инженерных кадров в условиях отечественной высшей школы всегда остро стоял вопрос эффективности проведения промежуточной и итоговой аттестации студентов по техническим дисциплинам прикладного характера. На кафедре «Машины и технологии литейного производства» им. П.Н. Аксенова в Московском политехническом университете в целях повышения достоверности и эффективности проведения экзаменов по дисциплине «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна» рядом преподавателей был предпринят эксперимент по внедрению в учебный процесс стандартов Worldskills, разработке экзаменационных заданий, методик и критериев их оценивания в соответствии с данными стандартами.

Цель исследования: проверка предположения о том, что практико-ориентированные экзамены, проведение которых регламентируется стандартами соответствующих компетенций Worldskills, могут быть более эффективны при оценивании знаний студентов по техническим дисциплинам прикладного характера, нежели классические экзамены «вопрос-задача» привычные в практике высшей школы.

#### Материалы и методы исследования

Согласно техническому описанию компетенции термин «Инженерный дизайн САД (САПР)» – процесс использования систем автоматизированного проектирования при подготовке графических моделей, чертежей, бумажных документов и файлов, содержащих всю информацию, необходимую для создания физического прототипа изделия (объекта) [1].

Также, согласно этому документу, под автоматизированным проектированием понимают использование компьютерных систем для разработки, анализа и оптимизации механических конструкций. Последняя формулировка ограничивает область существования автоматизированного проектирования исключительно САД, САЕ и САМ-системами, которые применяют для разработки и создания технических объектов – деталей автомобилей, судов, самолетов и т.п.

Для соответствующих отраслей промышленности, таких как общее машиностроение, автомобилестроение, судостроение и др., формулировка термина автоматизированное проектирование является исчерпывающей. Однако для сферы технологий художественной обработки материалов (ТХОМ) или дизайна отмеченное в ней ограничение является не совсем верным. Продуктом областей дизайна и ТХОМ являются изделия (объекты), обладающие эстетической ценностью. Несмотря на это, каждое такое изделие есть результат проектирования, сложность и трудоемкость которого может не уступать разработке машиностроительной детали.

При создании колец, серег или иных украшений ювелир разрабатывает не только их дизайн, но и учи-

тывает требования, которые предъявляют к таким изделиям как к конструкциям. Только учет прочностных и технологических свойств драгоценного металла, особенностей технологии получения изделия является основанием для выбора размеров и толщин стенок элементов такого изделия.

Как видно, из представленного примера любое ювелирное изделие является объектом проектирования, как художественного, так и технического. Аналогично, обстоит дело с любыми другими продуктами областей ТХОМ и дизайна – скульптурой, авторской шкатулкой или кововой калиткой. Каждое из перечисленных изделий результат технического проектирования, обладающее эстетической ценностью.

Очевидно, что для таких изделий, так же как и для машиностроительных деталей, на этапе проектирования возможно применение САД, САЕ и САМ-системы. Однако это происходит нечасто. Преобладание художественного содержания над техническим делает неудобным, а в некоторых случаях невозможным использование машиностроительных систем. Поэтому в областях дизайна и ТХОМ находят применение системы, которые не укладываются в исторически сложившуюся классификацию САД, САЕ и САМ. Применение которых, тем не менее, нельзя не назвать автоматизированным проектированием, а их использование полностью отвечает содержанию компетенции «Инженерный дизайн САД (САПР)» и позволяют создавать графические модели, которые содержат всю информацию, необходимую для создания физического прототипа изделия (объекта) механической обработкой или прототипированием.

Среди широкого спектра систем, применяемых в области дизайна и ТХОМ, следует выделить Rhinoceros и Zbrush.

Rhinoceros, имея в своей основе структуру классической инженерной САД-системы, одновременно представляет возможность свободной работы с отдельными линиями и поверхностями тел. Система Rhinoceros нашла широкое применение в дизайне и ювелирной промышленности [2, 3].

Система Zbrush зарекомендовала себя в сфере создания компьютерных игр и спецэффектов к фильмам и является прекрасным инструментом современного скульптора. Хорошими примерами ее применения могут быть статуэтки персонажей игр и фильмов, которые и являются продуктом областей дизайна и ТХОМ [4, 5].

Таким образом, применение критериев оценки уровня подготовки специалистов, области ТХОМ и дизайна в рамках компетенции «Инженерный дизайн САД (САПР)» является допустимым и правильным.

Краеугольным камнем на пути реализации практико-ориентированного подхода к проведению аттестации студентов является составление экзаменационного задания и критериев его оценки. Стандарты Worldskills предусматривают модульную систему формирования задания, которое одинаково для всех экзаменуемых, и два типа критериев оценки: объективные и судейские (субъективные). Предполагается, что критериев оценки должно быть достаточно много для обеспечения наиболее точного результата оценивания достижений каждого участника экзамена.

Экзаменационное задание было разработано как форма контроля знаний умений и навыков, приобретенных в рамках дисциплины «Компьютерное проектирование изделий промышленного дизайна». Целью дисциплины является приобретение студен-

тами знаний, умений и навыков по компьютерным программам, которые используются в области ТХОМ для создания трехмерных моделей художественных изделий с целью, использования их для дальнейшего производства. Поэтому экзамен оценивает уровень освоения и владения цифровыми инструментами и компьютерными программами области ТХОМ.

Одной из самых сложных и трудоемких задач в области технологий художественной обработки материалов является создание статуэток и скульптурных композиций. Обычно скульптор – автор скульптуры или статуэтки, выступает в роли заказчика, а специалист в области ТХОМ является исполнителем этого проекта. Его задачей является реализация технологии изготовления изделия, созданного скульптором, сохранение и передача всех особенностей его художественного образа в выбранном материале.

Так как специалист в области ТХОМ не обладает умениями и навыками скульптора или художника в достаточной степени, он должен владеть инструментами которые позволяли бы работать с художественным изделием без существенного влияния на его художественный образ, со своей стороны.

Содержательно экзаменационное задание относится к области проектирования художественных изделий и заключается в создании 3Д модели скульптуры, готовой для производства. Участнику экзамена предоставляют авторскую скульптуру, выполненную из глины, воска или пластилина (рисунок).



Скульптура к экзаменационному заданию

Используя метод 3Д сканирования, участник создаёт её 3Д модель с минимально возможным количеством искажений геометрии скульптуры.

После этого происходит доработка полученной 3Д модели в системе Zbrush. Заключительным этапом является создание подставки в системе Rhinoceros, перевод её в систему Zbrush, доработка и объединение с 3Д моделью скульптуры.

Экзаменационное задание разделено на три модуля М1, М2, М3. Наименование модулей, их составных частей и нормы времени на выполнение представлены в табл. 1. Задачей первого модуля является получение с помощью сканера 3Д модели скульптуры с минимальным количеством дефектов поверхности и искажением её геометрии. Участнику экзамена выдаётся авторская скульптура и предоставляется всё необходимое оборудование для проведения 3Д сканирования (3Д сканер, поворотный стол, ноутбук, соединительные провода). Каждый участник самостоятельно осуществляет подготовку к сканированию и само сканирование. Каждому участнику экзамена предоставляют 3 попытки сканирования и выбор между 3Д моделями трёх попыток. Второй модуль содержит две задачи: устранение дефектов 3Д модели и искажений геометрии её элементов, которые могут возникнуть на модели при сканировании скульптуры и художественная доработка 3Д модели. Сканирование не может в полной мере передать рельеф поверхности объекта. Узкие отверстия и впадины, теневые зоны, закрытые выступающими элементами скульптуры, не будут воспроизведены на поверхности модели, что существенно скажется на её художественном образе. Поэтому помимо устранения дефектов, неизбежных при сканировании, требуется обязательная доработка модели в системе Zbrush. Задачей третьего модуля является создание устойчивой подставки, которая будет дополнять художественный образ скульптуры. Создание подставки требуется осуществить в три шага. Изначально 3Д модель подставки создают в системе Rhinoceros, что позволяет создать подставку с точными размерами и конфигурацией. Далее 3Д модель подставки экспортируют в систему Zbrush, где проводят необходимую её доработку и объединение с 3Д моделью скульптуры.

Модули экзаменационного задания (М1, М2, М3) оцениваются по отдельности по 100-балльной системе с помощью критериев, представленных в табл. 2. Общий балл за экзамен выставляется как среднее арифметическое от суммы оценок за все три модуля, даже если выполнены только один или два модуля из трёх.

Такая система позволит оценить каждого участника экзамена вне зависимости от степени законченности задания.

Результатом экзамена является рейтинг участников экзамена, в котором каждый из них может увидеть и осознать уровень своих умений и навыков в применении цифровых инструментов и компьютерных программ для решения задач области ТХОМ

Таблица 1

Модули задания и нормы времени на их выполнение

Модуль	Наименование задачи модуля	Время, ч	
1	Создание 3Д модели объекта с применением трёхмерного сканера	3	
2	Доработка 3Д модели скульптуры в программном продукте ZBrush	4	
3	Проектирование 3Д модели подставки для скульптуры	3	
	3.1	Создание 3Д модели подставки в системе Rhinoceros	1
	3.2	Перевод 3Д модели подставки в систему Zbrush и её доработка	1
	3.3	Объединение 3Д моделей скульптуры и подставки	1

Таблица 2

Критерии оценки

№	Критерий оценки	Описание		Вид	Значимость (в баллах)
1.1	Количество сканов для создания трёхмерной модели	от 10 до 16	45	Объективный	45
		от 16 до 24	30		
		свыше 24	15		
1.2	Количество элементов скульптуры с искажённой геометрией	не более 3 элементов	45	Объективный	45
		от 3 до 5 элементов	30		
		более 5 элементов	15		
1.3	Сканирование скульптуры в другом положении для воспроизведения нижней части модели	проведено	10	Объективный	10
		не проведено	0		
2.1	Количество дефектов поверхности 3Д модели (не сшитые полигоны в 3Д модели «Дырки»)	нет	50	Объективный	50
		не более двух	25		
		не более пяти	15		
2.2	Степень соответствия скульптуре, полученной 3Д модели	– Детальность проработки элементов 3Д модели в сравнении со скульптурой; – Детальность проработки рельефа 3Д модели в сравнении со скульптурой		Субъективный	50
3.1	Соответствие габаритных размеров 3Д модели требуемым	± 1 мм	40	Объективный	50
		± 3 мм	25		
		± 5 мм	15		
3.2	Общая эстетическая ценность 3Д модели скульптуры	– Грамотно осуществлён, без искажения геометрии 3Д модели, экспорт-импорт между системами Rhinoceros и Zbrush; – Законченность (качество сборки 3Д модели в Zbrush)		Субъективный	50

**Результаты исследования и их обсуждение**

На данный момент по разработанному заданию проведено уже 5 практико-ориентированных экзаменов. Однозначно можно утверждать, что в этом случае практически отсутствует возможность «списать» или вытаскать «счастливый» билет, так как задание представляет собой объемную работу, выполнение которой невозможно без обладания надлежащими знаниями и умениями в области изучаемых технологий. Также следует отметить, что со стороны студентов отмечается большая мотивация к успешной сдаче такого экзамена. Основным минусом практико-ориентированной формы можно назвать длительность проведения экзамена, что приводит к повышению нагрузки на преподавателей.

**Заключение**

По мнению авторов, практико-ориентированные экзамены по стандартам World-

skills могут применяться в качестве достойной альтернативы классическим формам аттестации учащихся с целью повышения ее качества и достоверности.

**Список литературы**

1. «WorldSkills Russia». Техническое описание. Инженерный дизайн CAD (САПР) [Электронный ресурс]. URL: <http://worldskills.ru/nashi-proektyi/chempionaty/mezhvuzovskie-chempionaty/tehnicheskaya-dokumentaciya> (дата обращения: 20.07.2019).
2. Уроки, видеоуроки, статьи, новости, посвященные Rhinoceros, T-Splines, Grasshopper [Электронный ресурс]. URL: <http://rhinohelp.ru/> (дата обращения: 20.07.2019).
3. Бражникова О.И. Компьютерный дизайн художественных изделий в программах Autodesk 3DS Max и Rhinoceros: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2016. 100 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/98286> (дата обращения: 20.07.2019).
4. Все о ZBrush 4r2 [Электронный ресурс]. URL: [http://zbrush.ucoz.ru/publ/zapis\\_s\\_seminara\\_po\\_zbrush\\_4\\_v\\_3\\_chastjakh\\_rfts\\_zbrush/1-1-0-45](http://zbrush.ucoz.ru/publ/zapis_s_seminara_po_zbrush_4_v_3_chastjakh_rfts_zbrush/1-1-0-45) (дата обращения: 20.07.2019).
5. Келлер Э. Введение в ZBrush® 4. М.: ДМК Пресс, 2012. 768 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://e.lanbook.com/book/4154> (дата обращения: 20.07.2019).