

УДК 377.35

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОВЛАДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЕЙ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ АГРОТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**Е. С. ЯКУБОВСКАЯ***(Белорусский аграрный технический университет, Минск)*

Рассматривается система критериев и показателей оценки уровня овладения технологией инженерного проектирования, которая позволит объективно и точно определить уровень компетентности студента аграрного профиля в области современного проектирования как предпосылки формирования способности воспринимать, разрабатывать и внедрять технические новшества. Система критериев опирается на структуру компетентности в проектной деятельности. Оценка значимости критериев экспертами и инженерами, а также статистическая корреляция между оценкой руководителей дипломного проектирования и членов ГЭК доказывает объективность оценки когнитивной, операционно-технологической, личностной и креативно-оценочной составляющих компетентности в проектной деятельности. Разработанная система критериев и показателей оценки уровня овладения проектной деятельностью позволяет достичь более точной и объективной оценки ввиду единых требований к студентам, прозрачности критериев для преподавателей и студентов, доказательности оценки.

Введение. Целью обучения в вузе является подготовка специалиста, обладающего требуемыми личностными качествами, способного продуктивно выполнять профессиональную деятельность, быстро адаптироваться к изменяющимся условиям деятельности. Достижение этой цели может быть обеспечено в случае тщательной проработки и диагностического определения всех компонентов системы подготовки профессиональных кадров. Выявить, достигнута ли поставленная цель, позволяет оценка, которая должна быть объективной и точной. Проблема объективного оценивания достигнутого результата требует, во-первых, развернутой диагностической формулировки как цели профессионального образования, так и задач обучения на каждом из этапов, во-вторых, точного обозначения критериев оценки результатов и выявления показателей, позволяющих судить об уровне достигнутого.

В последнее время внедрение уровневого подхода к проектированию содержания профессионального образования и переход на 10-балльную шкалу оценки активизировали большое количество дискуссионных вопросов объективности оценки результатов учебной деятельности. Их решение требует использования модели обученности, которая предложена профессором В.П. Симоновым [1]. В ее основе лежит тезис о том, что обученность учащегося характеризуется пятью последовательно возрастающими показателями: различение, запоминание, понимание (как уровни усвоения информации), элементарные умения и навыки, и перенос (как уровни применения информации). В дополнение к такой модели необходимо разделять уровни усвоения учебного материала и уровни учебных достижений учащихся, выявляя корреляционную связь [2, с. 8 – 10]. Предлагаемая авторами методика оценки учебных достижений с учетом уровневого подхода к проектированию содержания профессионального образования требует четко, диагностично поставленных целей и точной формулировки результатов обучения. Преподаватель или мастер должны сравнить результат обучения с поставленной целью. При адаптации модели оценки уровней учебных достижений к высшей школе выявлены такие критерии оценки, как объем и качество знаний, владение инструментарием дисциплины, самостоятельность, уровень культуры исполнения заданий и развитие качеств личности – активность, самостоятельность, участие в групповых обсуждениях [3, с. 122 – 124]. При этом необходимо сформулировать показатели оценки результатов учебной деятельности студентов в рамках десятибалльной шкалы. Во всех рассмотренных случаях сформулированы общие подходы к разработке критериев оценки учебных достижений, требующих своей конкретизации и уточнения в рамках подготовки современного специалиста определенного профиля. Таким образом, современная оценка достижений студентов является процессом достаточно сложным, требующим серьезной подготовки разработчиков.

Разработка критериев оценки уровня освоения технологии инженерного проектирования. Теоретические основания. Успешность становления агроинженера как специалиста, способного воспринимать технические новшества, разрабатывать и внедрять инновации, определяется уровнем овладения технологией инженерного проектирования. По своей сути инженерное проектирование предвдывает и обосновывает внедрение в производство новационных технических систем, установок, процессов, оптимальных с точки зрения технико-экономической эффективности.

Инженерное проектирование, являясь сложным процессом, постоянно развивается в соответствии с необходимостью решения всё усложняющихся современных задач. Сущность термина «проектировать» – «составлять проект» [4, с. 528] или, как уточняется в философском словаре, проектирование – это «процесс создания проекта-прототипа, прообраза предлагаемого или возможного состояния объекта» [5, с. 971], что

предполагает продолжительность процесса во времени. В этих определениях проектирование рассматривается как процесс разработки прообраза объекта и способов его претворения в реальный объект.

Важную особенность проектирования в своих определениях подчеркивают методологи технического проектирования: это – «планирование изменения в объектах, созданных человеком», как определяет В. Гаспарский [6, с. 132], или «информационная подготовка некоторого изменения», как уточняет Дж.К. Джонс [7, с. 7]. Авторы определений видят предназначение проектирования в предопределении изменения реальной действительности, что является характерной чертой инженерного дела. Главной целью деятельности современного инженера является совершенствование техносферы для большего удовлетворения общественных потребностей. Таким образом, проектирование – это выражение идей технического творчества на техническом языке. И эта черта прежде всего отличает инженера от техника.

Если обратиться к еще одному определению (Фельден): «инженерное проектирование – это использование научных основ, технической информации и воображения для синтеза механической структуры, машины или системы, которая с минимальными затратами и максимальной эффективностью выполняла бы предписанные ей функции» [6, с. 137], то еще одной важной характеристикой, отличающей инженерное проектирование от других его видов, является всестороннее научное обоснование прообраза будущего объекта.

Описание еще не существующего предмета проектирования реализуется на определенном знаковом языке путем преобразования исходных данных, тщательного и всестороннего исследования, выработки концептуального решения на основе анализа технической информации, неоднократного моделирования, оптимизации заданных характеристик объекта, неоднократного сравнения с целями проектирования, устранения некорректности первичного описания и приведения к детальному решению. Нередко данная деятельность реализуется в условиях *ограниченного времени и высокой ответственности*. Выработанное проектное решение является действительно эффективным, если характеризуется минимальными затратами (со стороны производителя и потребителя) и максимальной эффективностью выполнения предписанных функций в конкретных условиях включенности в окружающую среду. Таким образом, можно констатировать, что современное инженерное проектирование выступает сложным многоэтапным процессом с присущими ему характеристиками, технологией, результатами и критериями.

Если проектирование понимать как обоснование изменений, нововведений в техносистеме, то можно выделить уровни инженерного проектирования. Так, А.И. Половинкин выявляет в проектировании разработку как привязку конкретного опробованного решения к новым условиям и собственно проектирование как детальную проработку новой технической идеи, реализуемой в объекте, системе [8]. В.И. Муштаев определяет в проектировании уровень, обеспечивающий эволюционные изменения уже существующего объекта, и уровень, обеспечивающий создание абсолютно нового [9]. Следовательно, новационность проектной разработки может носить качественно разный характер, обеспечивая различие уровней проектирования.

Нижний уровень инженерного проектирования может быть представлен вариативным проектированием, когда требуется привязка типового технического решения к иным заданным условиям. Здесь проектирование носит прикладной характер, обусловленный действиями в рамках решения алгоритмических задач методом параметрического расчета. Технология проектирования в этом случае сводится к анализу условий, выявлению различий в параметрах решения, расчету, оценке решения в соответствии с выбранным абсолютным критерием. Но в рамках вариативного проектирования может возникнуть необходимость перехода к адаптационному проектированию, когда требуется модификация отдельного элемента технического решения или блока элементов (модульно-модифицирующее проектирование). Результатом такого проектирования выступает усовершенствованное техническое решение, полученное в результате анализа решения в целом, моделирования и оптимизации в рамках отдельной стороны технического решения. Отсюда может быть выполнен переход на системно-модифицирующий уровень проектирования, когда в целом может быть получено качественно улучшенное техническое решение, охватывающее все его стороны. Здесь требуется не только провести анализ подсистем, но и системы в целом в рамках качественно иной технологии, включающей помимо алгоритмических и эвристические методы, а также оценку решения по системе определенных критериев. Наиболее высоким уровнем проектирования является экспериментальное новационное проектирование, предполагающее обоснование принципиально нового решения общественно значимой проблемы. Данный уровень характеризуется сложной современной технологией проектирования и сегодня особенно остро востребован. Таким образом, с каждым уровнем проектирования связана всё более усложняющаяся технология, обоснованная необходимостью использования более разнообразных методов и приемов проектирования, что характеризует структуру компетентности в проектировочной деятельности.

Ряд авторов понимают компетентность как сложное, интегративное, многофакторное, многоаспектное качество личности или интегральную способность решать возникающие в различных сферах жизни конкретные проблемы [10, 11]. Наиболее полно профессиональную компетентность определяет А.К. Маркова – это «сочетание психических качеств, психическое состояние, позволяющие действовать самостоятельно и ответственно, обладание человеком способностью и умением выполнять определенные

трудо­вые функции» [12, с. 41]. Компетентность как многофакторный элемент профессиональной деятельности, как показывают исследования, может быть разделена на ряд составляющих.

Понимая под компетентностью в сфере инженерного проектирования интегральную характеристику деловых и личностных качеств, позволяющих действовать самостоятельно и ответственно в сфере научной разработки проекта, можно выявить ряд составляющих в ее структуре (рис. 1). Методом изучения квалификационных характеристик [13, 14], анкетирования и бесед с ведущими специалистами были выделены качества, необходимые для успешного осуществления проектирования, что послужило основой для выявления составляющих проектировочной компетенции: когнитивной, операционно-технологической, личностной и креативно-оценочной.

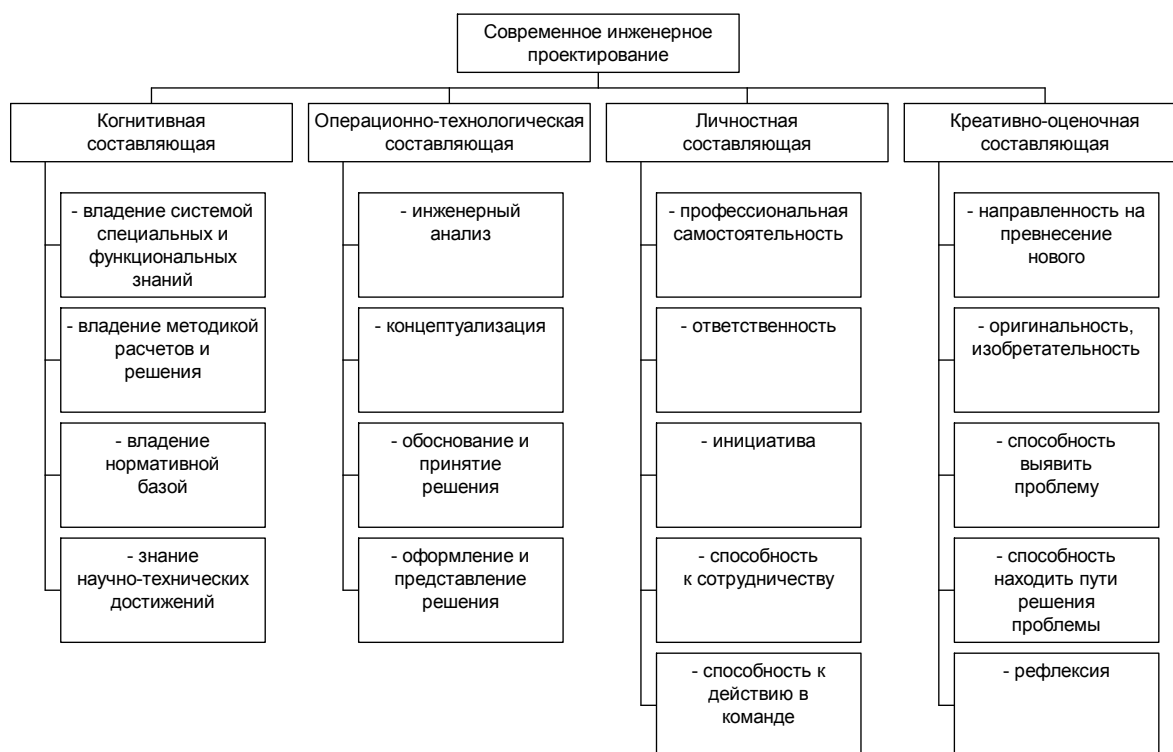


Рис. 1. Структура компетентности в сфере проектирования

Содержательную основу когнитивной составляющей компетентности составляют политехнические знания и умения как основа овладения проектировочной деятельностью, знание нормативной документации, методики основных технических расчетов, знание типовых решений, последних научных достижений, возможностей новейшей аппаратуры и технических средств в области вида профессиональной деятельности инженера.

Применение методов проектирования, поиска технической информации, методики обоснования принимаемых решений, выбора вариантов решений и аппаратуры, а также умение анализировать, классифицировать, сопоставлять, синтезировать и т.д. определяют операционно-технологическую составляющую компетентности в проектировочной деятельности.

Профессиональная самостоятельность, способность к взаимодействию, ответственность, активность, инициатива, ценностные ориентации личности позволяют успешно решать задачи инженерного проектирования и являются основой личностной составляющей.

Значительные социально-экономические изменения в агропромышленном комплексе Республики Беларусь обуславливают особенности инженерного проектирования в области сельскохозяйственного производства. Поднятая на государственном уровне в рамках программы возрождения и развития села задача обеспечения эффективного функционирования агропромышленного комплекса может быть решена путем *технического перевооружения* сельскохозяйственного производства, разработки и внедрения новых сортов сельскохозяйственных культур, высокопродуктивных пород животных и птицы, *высокопроизводительных комплексов и машин*, энерго- и ресурсоэкономных экологически безопасных технологий производства сельхозпродукции [15]. Сложности разработки и внедрения высокопроизводительных технологий заключаются в особенностях сельскохозяйственного производства, обуславливающих специфические черты агроинженерного проектирования.

Технологические процессы сельскохозяйственного производства тесно связаны с биологическими процессами, остановить которые даже временно нельзя, так как сбои с естественного (биологического) ритма приводят не только к невыполнению производственной программы (как на промышленном предприятии), но и к порче живых объектов (животных, птиц, растений), к снижению их продуктивности, а иногда и к их гибели. Это приводит к необходимости системного многоаспектного анализа исходных данных, учета требований связанных с разными сторонами сельскохозяйственной технологии (помимо непосредственно технических требований, зоо- или агротребования, уровень подготовки работников и т.д.) и, как следствие, тесного общения и взаимодействия с другими специалистами агропромышленного комплекса.

Производственные процессы в сельском хозяйстве сложны и многообразны и зависят от конкретных зональных условий производства. Это приводит к большому разнообразию технологических процессов, часть из которых находится в стадии незавершенной перестройки на поточное машинное производство, а также обуславливает различия типов, конструкций, характеристик и режимов работы сельскохозяйственных машин и установок, далеко не всегда приспособленных для применения на них даже простых устройств автоматики. В данных условиях успешность проектирования зависит от умения находить варианты оригинального технического решения, применять нестандартные эвристические подходы при поиске решения, неоднократно оценивать результат, выявляя последствия использования принятого решения.

Условия окружающей среды, в которых эксплуатируют технические средства, в сельском хозяйстве неблагоприятны и непостоянны. Немаловажной особенностью является рассредоточенность сельскохозяйственной техники по большим площадям, удаленность ее от ремонтной базы, ограниченность производственных ресурсов, относительно малая мощность установок, тихоходность, низкая стоимость машин, сезонность их работы в году и непродолжительное использование в течение суток. Все это обуславливает необходимость постоянного соотношения технического решения с системой взаимосвязанных требований (надежности, минимальной стоимости, простоты, долговечности при самых неблагоприятных условиях и режимах работы), всесторонней оценки, корректировки решения и рефлексии. Поэтому креативно-оценочная составляющая, обеспечивающая способность видеть и выявить проблему, нацеленность на привнесение нового в существующую практику типовых решений, способность предложить, всесторонне обосновать и оценить оригинальное техническое решение, является сегодня неотъемлемым компонентом компетентности агроинженера в области проектирования.

Выявление креативно-оценочной составляющей проектировочной компетентности требует учета при подготовке современного специалиста следующих основных особенностей современного инженерного проектирования:

- целью проектирования выступает обоснование и описание прообраза модернизированного технического объекта как информационная подготовка изменения объекта техносферы;
- результат исследования объекта проектирования должен быть направлен на использование последних достижений науки и практики, но при обязательном соблюдении норм проектирования;
- многовариативность методов проектирования (требуется использовать разные алгоритмы и технологии решения одной и той же проектной задачи, имеющие присущие им ограничения, точность, достоянства и недостатки);
- возрастающая сложность и математическая трудность инженерных расчетов в процессе проектирования требует детального анализа и моделирования с помощью компьютера;
- огромный спектр информации, которая принимается в процессе проектирования;
- многовариативность решений и критериев оценки результатов;
- системный характер и экологическая связанность проектирования.

В связи с этим возникает необходимость в процессе подготовки будущего инженера к реализации технологии современного проектирования акцентировать внимание на цели проектирования как подготовке новационного изменения в существующей действительности, методах проектирования, использующих современные средства проектирования, и достигаемом результате. Нацеленность на привнесение изменений в соответствии с реальной потребностью требует обеспечения нацеленности на модификацию, создание нового в процессе решения проблем на всех этапах учебного проектирования. Однако такое возможно после целостного и системного овладения технологией инженерного проектирования, что требует системного и полного включения всех этапов технологии инженерного проектирования в учебный процесс, приближения задач учебного проектирования к реальным задачам профессионального инженерного проектирования. Формирование способностей инженерного проектирования требует развития личности обучаемого, умения работать с его внутренним опытом, опираясь на положительные и отрицательные стороны индивидуальности для выбора оптимальной стратегии обучения.

Судить о достижении цели позволяет сравнение достигнутого результата с эталоном. Поэтому требуется четко установить соответствующие критерии оценки, позволяющие объективно оценить результаты. Согласно словарю критерий (от греч. *kriterion* средство для суждения) – это основа оценки, позволяющая избежать субъективных суждений, т.е. «признак, на основании которого производится

оценка, средство проверки, мерило оценки» [16]. Он является и признаком, на основании которого производится определение или классификация чего-либо [17, с. 8]. Критерии включают в себя ряд показателей или конкретных измерителей критерия [2, с. 4].

В практике оценки дипломного проекта на защите в соответствии с ведомостью члена ГЭК используемыми критериями являются качество доклада, чертежей, записки и умение отвечать на вопросы комиссии. При этом также учитывается средний балл и оценка рецензента. Однако данный состав критериев не позволяет достаточно точно определить показатели оценки, что приводит к ее субъективности, отсутствию единства предъявляемых требований, и не учитывает важные стороны проектирования, отвечающие за инновационную значимость проекта.

При разработке критериев оценки усвоения учебного материала предлагается учитывать: качество знаний (правильность, прочность, логика изложения, культура речи) и умение их применять [18, с. 169]; владение терминологией, способность делать выводы, обобщать, самостоятельно формировать новые умения на базе нестандартного применения знаний [1]; уровень культуры исполнения заданий, владение инструментарием и развитие качеств личности – активность, самостоятельность, участие в групповых обсуждениях [3, с. 123 – 124].

Таким образом, критерии и показатели можно разделить по группам, охватывающим различные стороны овладения учебным материалом. Так, в Положении о 10-балльной шкале оценки их структурно разбивают на три группы: предметно-содержательную, когда оценивают полноту, обобщенность, системность, правильность, осмысленность знаний; содержательно-деятельностную, когда оценивают прочность, действенность знаний, различные виды умений; индивидуальные, личностные, когда оценивают качества личности обучаемого [16, с. 9].

На базе вышеприведенных оснований разработана система критериев овладения технологией инженерного проектирования, которая состоит в следующем. Выявленные критерии должны позволять оценить определенную составляющую компетентности в области инженерного проектирования и уровень проекта в целом (табл. 1).

Таблица 1

Основные критерии оценки уровня овладения технологией инженерного проектирования

Составляющая компетентности в проектной деятельности	Критерий	Показатель
Когнитивная	1. Объем знаний и их качество	Полнота знаний нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы и за ее пределами; глубина знаний; системность знаний
	2. Использование научной терминологии	Точность использования научной терминологии; самостоятельность в формулировании цели и задач, обоснованность, доказательность решений; логичность и взаимосвязь частей проекта
Операционно-технологическая	3. Умение применять знания при разработке проекта	Степень оперирования инструментарием проектирования в рамках учебно-профессионального проектирования; способность предложить варианты технического решения, обоснованность выбора; проработанность проектного решения; качество оформления
	4. Разработанность проекта, характер выполненной работы	Объем, уровень проектной разработки и культуры выполнения; эффективность и новизна принятых решений
Креативно-оценочная	5. Практическая ценность разработки	Реализуемость, ценность для производства
	6. Технический уровень проекта	Оригинальность, новизна
	7. Уровень культуры выполнения проекта	Степень использования современной технологии проектирования и оформления проектной документации
Личностная	8. Проявленные деловые качества	Степень инициативности, активная позиция, способность к сотрудничеству, самостоятельность, умение защищать свою точку зрения, оригинальность мышления

Так как для реализации разработки современного проекта требуется овладеть фундаментальными и специальными знаниями, знаниями нормативных документов, методов проектирования, поиска технической информации, обоснования принимаемых решений, инженерного анализа, синтеза, моделирования и оптимизации, то объем и качество знаний, использование научной терминологии при изложении записки могут выступать критериями оценки когнитивной составляющей проектной компетентности. Лишь на основе осознанных, полных, глубоких и системных знаний возможно прочное освоение проектной деятельности.

Операционно-технологическая составляющая проявляется в характере выполняемых действий и способах осуществления учебного проектирования, в полноте реализации технологии инженерного проектирования. Поэтому критериями овладения данной составляющей компетентности могут быть оперирование инструментарием проектирования, разработанность проекта, полнота и осознанность действий, характер выполненной работы, выражаемой объемом, уровнем культуры выполнения проекта, эффективностью принятых решений.

Результативность профессиональной деятельности определяется и личностными качествами специалиста. Активность, инициатива, способность к взаимодействию, ответственность, самостоятельность, направленность личности позволяют успешно решать задачи инженерного проектирования. Поэтому критериями оценки личностной составляющей может выступать сформированность профессионально-значимых качеств.

От умения находить варианты оригинального технического решения в нестандартной ситуации, полно обосновывать свой выбор, просчитывать, оценивать и реализовывать в проектной документации зависит инновационный потенциал специалиста, востребованного сегодня на производстве. При этом также важна реализуемость принятого оригинального решения как возможность внедрения на реальном объекте. Следовательно, креативно-оценочная составляющая проектировочной компетентности может быть оценена по практической ценности проектной разработки, ее научно-техническому уровню и уровню культуры выполнения.

Оценка релевантности разработанных критериев оценки уровня овладения технологией инженерного проектирования. Для исследования полноты и точности предложенных критериев было проведено анкетирование преподавателей агроэнергетического факультета БГАТУ и инженеров проектных институтов (электротехнический профиль), где было предложено выбрать критерии, которые позволяют наиболее полно и объективно оценить уровень владения технологией инженерного проектирования. Кроме того, требовалось также оценить раскрытие критериев в показателях.

В анкетировании приняло участие 22 преподавателя и 9 инженеров (всего 31 участник). Выбор критериев распределился так, как показано в таблице 2.

Таблица 2

Проверка достоверности распределения выбора критериев оценки овладения технологией инженерного проектирования

Критерий ($k = 8$)	Количество выборов в качестве значимого, $f_{эj}$	Теоретическая частота выбора, $f_m = n/k$	$f_{эj} - f_m$	$(f_{эj} - f_m)^2$	$(f_{эj} - f_m)^2 / f_m$
1. Объем знаний и их качество	15	18,125	-3,125	9,765625	0,98892405
2. Умение применять знания при разработке проекта	26	18,125	7,875	62,015625	6,28006329
3. Использование научной терминологии	5	18,125	-13,125	172,265625	17,4446203
4. Разработанность проекта, характер выполненной работы	23	18,125	4,875	23,765625	2,40664557
5. Практическая ценность разработки	29	18,125	10,875	118,265625	11,9762658
6. Технический уровень проекта	19	18,125	0,875	0,765625	0,07753165
7. Уровень культуры выполнения проекта	18	18,125	-0,125	0,015625	0,00158228
8. Проявленные деловые качества	10	18,125	-8,125	66,015625	6,68512658
Итого:	n = 145	145	0	452,875	45,8607595

В качестве наиболее значимого выбран критерий 5 (практическая ценность разработки), наименее значимого – критерий 3 (использование научной терминологии).

Для проверки достоверности распределения выбора критериев в качестве значимого рекомендуется применить критерий Пирсона (χ^2) [19, с. 113]. При этом нулевой гипотезой будет H_0 : распределение выбора значимости критериев не отличается от равномерного распределения; H_1 : распределение выбора значимости критериев отличается от равномерного распределения. Число степеней свободы в соответствии с количеством проверяемых критериев равно 7 (см. табл. 2). Сумма последнего столбца дает эмпирическое значение $\chi^2_{эм.}$. Далее, определив по таблице IX приложения 1 [19, с. 328] критические значения для числа степеней свободы, равного 7 – 14,067 ($\rho \leq 0,05$) и сравнив с эмпирическим ($\chi^2_{эм.} > \chi^2_{кр}$), можно принять гипотезу H_1 для строки 3, т.е. расхождения между распределениями выбора статистически достоверны. Критерий 3 является статистически незначимым и им можно пренебречь.

Таким образом, для объективной оценки компетентности в проектировочной деятельности выделены 7 критериев: практическая ценность разработки; умение применять знания при разработке проекта; разработанность проекта, характер выполненной работы; технический уровень проекта; уровень культуры выполнения проекта; объем знаний и их качество; проявленные деловые качества. Они позволяют оценить компетентность в целом и выставить итоговый балл (B) по критерию согласно выражению:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} k_{in}}{N},$$

где k_{in} – оценка по i -му показателю критерия экспертом n ; n – количество экспертов; N – количество показателей.

Таким образом, разработанная система критериев позволяет описать степень овладения технологией инженерного проектирования в рамках 10-балльной шкалы (табл. 3).

Таблица 3

Десятибалльная шкала и показатели оценки уровня освоения технологии инженерного проектирования на этапе защиты дипломного проекта

10-балльная шкала	Основные показатели уровня освоения	Связь с 5-балльной шкалой	Уровень
1	2	3	4
10 – великолепно	Системные, глубокие и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы, выходящие за рамки учебной программы, точное использование научной терминологии, умение самостоятельно сформулировать цель и проектную задачу, свободное оперирование инструментарием проектирования в рамках учебно-профессионального проектирования, способность предложить оригинальные, нестандартные варианты технического решения, обосновать выбор, инициативность, активная позиция, способность к сотрудничеству, умение защищать свою точку зрения. Работа характеризуется повышенным объемом, высоким техническим уровнем проектной разработки и культуры выполнения, системностью и логической взаимосвязью всех частей проекта друг с другом, глубиной обоснования и эффективностью принятых решений, практической ценностью и оригинальностью проектного решения		Перенос (творческий уровень)
9 – прекрасно	Системные, глубокие и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, точное использование научной терминологии, умение самостоятельно сформулировать цель и проектную задачу, свободное оперирование инструментарием проектирования в рамках учебно-профессионального проектирования, способность предложить альтернативные варианты технического решения, обосновать выбор приемлемого варианта. Инициативность, активная позиция, способность к сотрудничеству, умение защищать свою точку зрения. Работа характеризуется повышенным объемом, высоким техническим уровнем проектной разработки и культуры выполнения, системностью и логической взаимосвязью всех частей проекта друг с другом, полнотой решения, глубиной обоснования и эффективностью принятых решений, завершенностью проекта	5	
8 – отлично	Системные и полные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, точное использование научной терминологии, умение по поставленной цели сформулировать проектную задачу, аргументировать выбор методов проектирования в соответствии с основными этапами в рамках учебно-профессионального проектирования, приемлемый технический уровень проектной разработки и культуры выполнения, полнота решения, глубина обоснования и эффективность принятых решений, завершенность проекта, инициативность, активная позиция		Применение (деятельность в знакомой ситуации)
7 – очень хорошо	Достаточные и системные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, использование научной терминологии, умение анализировать проектную задачу, способность выбрать методы проектирования в соответствии с основными этапами под руководством преподавателя, выполнить обобщения и дать обоснованные выводы, достаточный технический уровень проектной разработки и культуры выполнения	4	

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
6 – хорошо	Достаточные и системные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, специальной литературы в рамках учебной программы, использование научной терминологии, способность выбрать методы проектирования в соответствии с основными этапами под руководством преподавателя, выполнить обобщения, достаточный технический уровень проектной разработки		Понимание (характеризуется: осознанием, осмыслением, усвоением причинно-следственных связей)
5 – недостаточно хорошо	Достаточные знания нормативной документации, норм и технологии проектирования, использование научной терминологии, умение пользоваться нормативной документацией по основным вопросам при решении стандартных проектных задач, использовать ЭВМ в поиске решения и оформлении документации под руководством преподавателя, самостоятельная работа по несложным вопросам типового проектирования, стремление к осознанному освоению технологии инженерного проектирования	3	
4 – удовлетворительно	Называет основные требования к проектной документации, ориентируется в технологии проектирования, инструментарий проектирования применяет под руководством преподавателя в задачах учебного проектирования		
3 – посредственно	Имеет представление о назначении проектирования, фрагментарные знания о технологии проектирования, воспроизводит последовательность проектирования несложных объектов, ориентируется в основных методах проектирования, не самостоятелен в решении стандартных задач проектирования, пассивен	2	Запоминание
2 – слабо	Ниже не оценивается, так как является уровнем, недостаточным для допуска к защите дипломного проекта		
1 – очень слабо			

Следует отметить, что минимальным положительно оцененным уровнем освоения технологии инженерного проектирования (согласно приказу ректора БГАТУ о введении 10-балльной шкалы оценки от 15.05.2003 № 02-04/71) считается уровень, соответствующий оценке удовлетворительно (4). Уровень неудовлетворительной оценки является недостаточным для присвоения квалификации инженера, поэтому рассматривается как недостаточный для допуска к защите дипломного проекта. С целью выявления, обеспечивают ли разработанные критерии объективность оценки, в рамках проводимой экспериментальной работы на базе агроэнергетического факультета БГАТУ было предложено оценить уровень овладения технологией инженерного проектирования при защите дипломного проекта экспертам – членам государственной экзаменационной комиссии, руководителям и дипломникам экспериментальной группы. Предварительный анализ полученных данных показал близость оценок экспертов и руководителей. Поскольку выборка по количеству оцениваемых относится к средней (39 дипломников) и использована порядковая шкала оценки, то установить, имеется ли корреляционная связь между оценками экспертов и руководителей, позволяет коэффициент ранговой корреляции Спирмена. При анализе данных в пакете Statistica 6.0 по шести параметрам установлена корреляционная связь между оценкой экспертов и оценкой

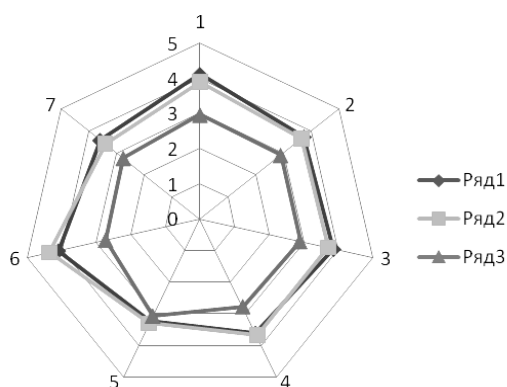


Рис. 2. Взаимосвязь оценок экспертов (ряд 1), руководителей (ряд 2) и самооценки дипломников (ряд 3) по критериям: 1 – объем знаний и их качество; 2 – умение применять знания при разработке проекта; 3 – разработанность проекта, характер выполненной работы; 4 – проявленные деловые качества; 5 – практическая ценность разработки; 6 – технический уровень проекта; 7 – уровень культуры выполнения проекта

руководителей, соответствующая уровню статистической значимости $p < 0,05$. При этом статистически значимая сильная связь установлена по двум критериям: объем знаний и их качество и практическая ценность разработки; средняя связь по трем критериям: умение применять знания при разработке проекта, разработанность проекта, характер выполненной работы, проявленные деловые качества; умеренная по критерию уровня культуры выполнения проекта. Самооценка дипломников ниже, чем экспертов и руководителей по всем 7 критериям (рис. 2). Наиболее низко оценены практическая ценность проектной разработки и уровень культуры выполнения проекта, наиболее высоко оценены знания и их качество, разработанность и технический уровень проекта. На итоговую оценку экспертов наиболее повлияла оценка по критериям:

- умение применять знания при разработке проекта (тесная взаимосвязь ($r = 0,83$ при $p < 0,05$);
- практическая ценность разработки ($r = 0,77$ при $p < 0,05$);
- показанные знания ($r = 0,75$ при $p < 0,05$);
- уровень культуры выполнения проекта ($r = 0,73$ при $p < 0,05$).

В целом руководителями и экспертами отмечено, что предложенная система критериев позволяет более точно и объективно подойти к оценке результатов дипломного проектирования ввиду единых требований к студентам, прозрачности критериев и доказательности оценки.

Заключение. Точное определение критериев оценки уровня овладения технологией инженерного проектирования, позволяющее судить об уровне сформированной профессиональной компетентности, требует строгого соотнесения со структурой проектировочной деятельности. Система критериев должна отвечать требованиям полноты, достоверности, объективности, точности и позволять измерение каждой составляющей компетентности в области инженерного проектирования. В структуре компетентности в области инженерного проектирования целесообразно выделить когнитивную, операционно-технологическую, креативно-оценочную и личностную составляющие. Опора на структуру компетентности в проектировочной деятельности и мнение экспертов позволила разработать систему критериев оценки уровня овладения технологией инженерного проектирования. Для оценки когнитивной составляющей необходимо использование таких критериев, как объем знаний и их качество, операционно-технологический – умение применять знания при разработке проекта, разработанность проекта, характер выполненной работы; креативно-оценочный – практическая ценность разработки, технический уровень проекта, уровень культуры выполнения проекта; личностный – проявленные деловые качества. Достоверность, объективность и точность системы критериев подтверждена статистически значимой корреляционной связью оценок руководителей дипломного проектирования и экспертов, данной при защите проектов. На итоговую оценку экспертов наиболее повлияла оценка по критериям: умение применять знания при разработке проекта, практическая ценность разработки, показанные знания и уровень культуры выполнения проекта. В целом руководителями и экспертами отмечено, что предложенная система критериев позволяет более точно и объективно подойти к оценке результатов дипломного проектирования ввиду единых требований к студентам, прозрачности критериев и доказательности оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов, В.П. Оценка обученности как проблема и потребность практики / В.П. Симонов // Настаўніцкая газета. – 2003. – 8 крас. – С. 3.
2. Калицкий, Э.М. Разработка средств контроля учебной деятельности: метод. рекоменд. / Э.М. Калицкий, М.В. Ильин, Н.Н. Сикорская. – Минск: РИПО, 2005. – 48 с.
3. Андреев, В.И. Основы педагогики высшей школы: учеб. пособие / В.И. Андреев; М-во образования Респ. Беларусь; ГУО «РИВШ»; УО «Военная акад. Респ. Беларусь». – Минск: РИВШ, 2005. – 194 с.
4. Ожегов, С.И. Словарь русского языка: ок. 57000 слов / С.И. Ожегов; под ред. Н.Ю. Шведовой. – 18-е изд., стереотип. – М.: Рус. яз., 1986. – 796 с.
5. Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФА-М, 2004. – 576 с.
6. Гаспарский, В. Праксеологический анализ проектно-конструкторских разработок: пер. с польск. / В. Гаспарский. – М.: Мир, 1978. – 172 с.
7. Джонс, Дж. К. Методы проектирования: пер. с англ. / Дж. К. Джонс. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с.
8. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества: уч. пособие для студентов вузов / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
9. Муштаев, В.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для вузов / В.И. Муштаев, В.Е. Токорев. – М.: Дрофа, 2005. – 254 с.
10. Зимняя, И.А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И.А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34 – 42.
11. Болотов, В.А. Компетентностная модель от идеи к образовательной парадигме / В.А. Болотов, В.В. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8 – 14.
12. Маркова, А.К. Психология профессионализма / А.К. Маркова. – М., 1996. – 308 с.
13. Квалификационный справочник. Должности служащих, занятых в научно-исследовательских учреждениях, конструкторских, технологических, проектных и изыскательных организациях. – Минск: НИИ труда, 2003. – 56 с.
14. Квалификационный справочник. Должности служащих для всех отраслей промышленности. – Минск: НИИ труда, 2003. – 196 с.
15. Государственная программа возрождения и развития села на 2005 – 2010 годы: утв. Указом Президента Респ. Беларусь № 150 от 25.03.2005. – Минск, 2005. – 86 с.
16. Философский энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://WWW.RUBRICON.COM>. – Дата доступа: 01.06.2007.
17. Десятибалльная система оценки результатов учебной деятельности учащихся: инстр.-метод. материалы / под ред. О.Е. Лисейчикова. – Минск: НИО, 2002. – 181 с.
18. Водзинский, Д.И. Педагогика высшей школы: монография / Д.И. Водзинский. – Минск: БГПУ им. М. Танка, 2000. – 224 с.
19. Сидоренко, Е.В. Методы математической обработки в психологии / Е.В. Сидоренко. – СПб.: Речь, 2006. – 350 с.

Поступила 28.06.2008