

КОМПЛЕКСНЫЕ КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ В ГЕОДЕЗИИ И КАДАСТРЕ»

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, зав. кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Вера Николаевна Щукина

Тюменский индустриальный университет, 625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии и фотограмметрии, тел. (909)190-01-92, e-mail: schukinavn@tyuiu.ru

Александр Алексеевич Ильин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)001-42-92, e-mail: 89830002373@mail.ru

В статье рассматривается опыт применения компетентностно-ориентированных заданий при организации учебного процесса по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в геодезии и кадастре». Отмечаются достоинства и проблемы компетентностного подхода, необходимость в разработке дидактического и методического обеспечения и значение компетентностно-ориентированных заданий при формировании компетенций обучающихся. С позиции системного подхода рассмотрена деятельность обучающихся в рамках компетентностно-ориентированных заданий. Выявлено, что уровень сформированности компетенций зависит от корректности сопоставления базисных элементов (уровней) компетенций с содержательной частью дисциплины. Это создает проблему выбора компетенций для дисциплины. Для разрешения этой проблемы предложен подход, в рамках которого введены понятия: косвенное и прямое влияния дисциплины на формирование компетенции и предложены критериальные значения.

На основании анализа опыта организации и проведения практических занятий по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в геодезии и кадастре» доказана эффективность комплексных компетентностно-ориентированных заданий. Даны рекомендации по усовершенствованию методического обеспечения и организации самостоятельной работы обучающихся.

Предложенные критериальные значения при обосновании выбора компетенции для дисциплины и комплексные компетентностно-ориентированные задания позволят добиться высокого уровня сформированности компетенций у бакалавриата, т.е. способности и готовности обучающихся к эффективной и продуктивной деятельности в различных профессиональных ситуациях.

Дальнейшие исследования в данном направлении могут быть связаны с поиском оптимального сочетания видов задач в комплексном компетентностно-ориентированном задании.

Ключевые слова: бакалавриат, компетентностный подход, компетентностно-ориентированные задания, критериальные значения, комплексные задания, анализ, рекомендации.

COMPLEX COMPETENCE-ORIENTED TASKS ON DISCIPLINE «METROLOGY, STANDARDIZATION AND CERTIFICATION IN GEODESY AND CADASTRE»

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Head of the Department of Geomatics and Real Estate Infrastructure, phone: (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Vera N. Shchukina

Tyumen Industrial University, 38, Volodarskogo St., Tyumen, 625000, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Geodesy and Photogrammetry, phone: (909)190-01-92, e-mail: schukinavn@tyuiu.ru

Alexander A. Ilyin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Assistant, Department of Geomatics and Real Estate Infrastructure, phone: (913)001-42-92, e-mail: 89830002373@mail.ru

The article discusses the experience of using competence-oriented tasks in of the educational process of the discipline "Metrology, Standardization and Certification in Geodesy and Cadastre". The advantages and problems of the competence-based approach, the need to develop didactic and methodological support, and the importance of competence-oriented tasks in the formation of students' competencies are noted. From the position of a systematic approach, the activities of students in the framework of competence-oriented tasks are reviewed. As a result, it was revealed that the current level of competence formation depends on the correctness of the comparison of the basic elements (levels) of competencies with the substantive part of the discipline. This creates the problem of choosing competencies for the discipline. To solve this problem, an approach was proposed within which the following concepts were introduced: the indirect and direct influence of the discipline on the formation of competence and criteria values are proposed.

Based on the analysis of the experience of organizing and conducting practical classes in the discipline "Metrology, Standardization and Certification in Geodesy and Cadastre", the effectiveness of complex competence-oriented tasks was proved. Recommendations on the improvement of methodological support and organization of independent work of students are given.

The proposed criterion values in justifying the choice of competence for the discipline and complex competence-oriented tasks will allow achieving a high level of competence formation at the undergraduate degree, i.e. the ability and readiness of students to be efficient and productive in various professional situations.

Further research in this area may be related to the search for an optimal combination of types of tasks in a complex competence-oriented task.

Key words: bachelor degree, competence-based approach, competence-oriented tasks, criteria values, complex tasks, analysis, recommendations.

Введение

Метрология проникает во все сферы производственной деятельности человека, где необходимо осуществить количественные и качественные оценки результатов измерений. Измерения в землеустройстве и кадастре являются основным источником для определения местоположения и размеров территорий, например, границ муниципальных образований, территориальных зон, земельных участков

и объектов недвижимости. И здесь метрология призвана обеспечить требуемую точность и качество определения геопространственных данных объектов кадастрового учета в Едином государственном реестре недвижимости [1, 2].

В этой связи развитие профессиональных компетенций у обучающихся по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры» (бакалавриат), в сфере метрологии, в том числе стандартизации и сертификации является актуальной задачей.

В образовательной программе подготовки бакалавриата по профилю «Кадастр недвижимости» определено, что дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация в геодезии и кадастре» (МССГК) должна читаться в первом семестре. Общий объем дисциплины составляет 2 з. е. На практические занятия отведено 18 часов.

Сейчас образовательный процесс в вузах ориентирован на формирование способности и готовности выпускника к эффективной и продуктивной деятельности в различных профессиональных и социально-значимых ситуациях, т.е. на формирование ключевых компетенций [3, с. 101].

К вопросу осуществления компетентного подхода в вузе посвящен ряд публикаций: А.Л.Андреево, В.И.Байденко, Е.В.Бондаревской, И.А.Зимней и др. [4, с. 26, 5–19], где рассмотрены различные аспекты его внедрения в систему высшего образования, определены как позитивные результаты, так и проблемные ситуации.

Все исследователи отмечают, что главным достоинством компетентного подхода (КП) является возможность адаптации учебного процесса и подготовки специалиста к запросам рынка труда.

К основной проблемной ситуации относят незавершенность теории КП высшего образования, следствием которой являются затруднения в технологическом и организационно-нормативном аспектах его реализации в вузе. Поэтому сейчас востребовано дидактическое и методическое обеспечения КП, определяющие способы и практические шаги организации профессионального образования.

Среди способов реализации КП исследователи называют игровые технологии, профессионально-ориентированные ситуации, проблемное обучение, ролевые и деловые игры, организацию проектов, мозговой штурм и т.д.

Считают, что компетентно-ориентированные задания следует рассматривать как основное средство формирования компетенций [20]. Так как они формируют готовность и способность обучающихся находить правильные решения в конкретной профессиональной ситуации.

Теоретико-методическая основа

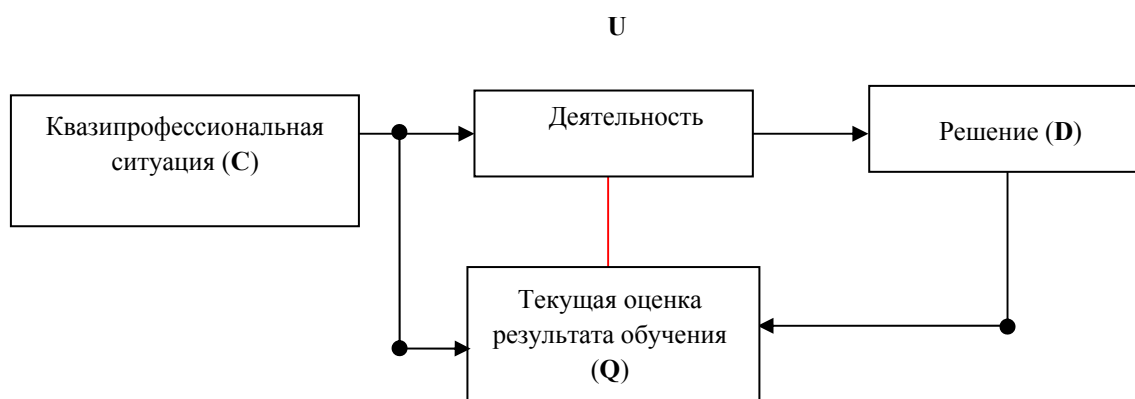
Компетентно-ориентированные задания (КОЗ) являются интегральной дидактической единицей, которая включает в себя содержание, технологию обучения, деятельность преподавателя и обучающихся и оценивания качества обучения [20, с. 21].

С позиции системного подхода [21] деятельность обучающихся при решении КОЗ можно представить в виде системы Σ с обратной связью (рисунок).

На вход системы Σ поступают квазипрофессиональная ситуация и задание C , а на выходе множество ее решений D , полученных в процессе самостоятельной познавательной деятельности обучающихся F . На качественное состояние этой деятельности оказывают конечное множество управляющих параметров и действий U , т.е.

$$\Sigma = (C, F, U, D) \quad (1)$$

Квазипрофессиональная ситуация должна мотивировать и стимулировать обучающихся. Задание формулируют на основании результата проецирования дисциплины на выбранные типы заданий, способы работы с информацией и ключевые (базисные) элементы компетенций e_i , принадлежащих конечному множеству выбранных компетенций K , которые полностью или частично формируются в рамках соответствующей дисциплины [20, 22].



Деятельность обучающихся в рамках
компетентностно-ориентированного задания

Для определения количества технологических этапов формирования компетенций в образовательной программе составляют паспорт и карты компетенций, где их дифференцируют на базисные элементы (уровни) e_i и определяют планируемые результаты обучения P_i . Затем сопоставляют их с содержательной частью дисциплины. И в зависимости от степени соответствия либо исключают, либо включают дисциплину, где будет сформирована часть или вся компетенция [22, 23].

С позиции учебно-познавательной деятельности обучающихся выделяют следующие КОЗ: обучающие, поисковые и проблемные, а с позиции их содержания – предметные, межпредметные и практические.

В зависимости от способа работы с информацией выделяют девять видов задач [20]. Для практических и лабораторных занятий рекомендуют задачи сле-

дующего вида: сравнение; аналогия; модель; структурирование; избыточность; недостаточность и интеграция [4, с. 29].

Структуру и содержание задания определяют с учетом следующих требований [20, с. 25 и 26.]:

- должно содержать проблемную ситуацию;
- должно иметь гностический и аксиологический характер;
- может иметь избыточную, неполную или противоречивую информацию;
- задание должно предполагать инвариантность решения и недетерминированность действий обучающихся;
- в результате выполнения задания, обучающиеся должны приобрести и продемонстрировать определенный набор знаний и личных качеств.

Конечное множество управляющих параметров и действий U можно представить в виде трех подсистем: стили преподавателя T ; ресурсы R ; требования и ограничения B ,

$$U = (T, R, B). \quad (2)$$

Перед выполнением обучающимися КОЗ преподаватель проектирует и организует учебный процесс: определяет необходимое материально-техническое и методическое обеспечение и список литературы (R); разрабатывает формы представления промежуточных результатов, требования к отчету и бюджету времени на контактную и самостоятельную работу обучающихся (B).

Основной задачей преподавателя является организация самостоятельной познавательной работы, управление ею и мониторинг результатов обучающихся. Это обуславливает выбор и конструирование средств, форм организации, методов и способов обучения, ориентированных на развитие определенных компетенций. Все это предопределяет стиль деятельности преподавателя (T), при этом учитывается деятельность обучающихся, которую можно представить в виде четырех подсистем,

$$F = (M, S, I, ЗУН), \quad (3)$$

где M – мотивация; S – самоорганизация; I – опыт деятельности и интеллектуальные способности; $ЗУН$ – знания, умения и навыки по дисциплине.

Наблюдения за деятельностью обучающихся F преподаватель ведет с момента получения ими задания $F(t_0)$ и до окончательного ее выполнения $F(t_n)$.

В начале, обучающиеся оценивают степень сложности сформулированного задания. Если квазипрофессиональная ситуация или содержание задания трудно воспринимается, тогда перед поиском ее решения преподаватель совместно с обучающимися либо дополняют, либо упрощают сюжетную фабулу задания.

В процессе решения КОЗ, исходя из текущих оценок действий обучающихся $F(t_i)$, преподаватель адаптирует свою деятельность: осуществляет своевременные консультации, оказывает помощь в организации самостоятельной

работы и дает рекомендации по оформлению и представлению промежуточных результатов.

По завершении выполнения задания преподаватель осуществляет качественную оценку параметров $F(t_i)$ и полученное решение КОЗ d_i . В дальнейшем преподаватель использует их при оценке текущих результатов обучения.

Оценку текущих результатов обучения можно представить в виде прямого произведения множества обучающихся J на множество параметров деятельности обучающихся F , в том числе решений задания d_i и оценок (баллов) O ,

$$Q = J \times F \times O. \quad (4)$$

Здесь следует отметить, что между компетенцией k_i и результатами обучения P_i установлена следующая функциональная связь в виде [22],

$$k_i = (P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n), \quad (5)$$

где k_i – формируемая компетенция; P_i – результаты обучения по различным учебным дисциплинам ($i = 1, 2, \dots, n$); \wedge – логическая операция (конъюнкция).

Следовательно, $Q \subset P_i$ и поэтому Q можно принять в качестве текущей оценки сформированности множества выбранных компетенций K .

На основании вышеизложенного следует, что текущий уровень сформированности компетенций будет зависеть от корректности сопоставления базисных элементов (уровней) e_i множества K с содержательной частью дисциплины.

Поэтому можно утверждать, что главным фактором эффективности применения КОЗ в учебном процессе является адекватность дисциплины, формируемой в ней компетенции.

Так как дифференцирование компетенции на базовые уровни и сопоставление их с дисциплиной осуществляет преподаватель, то можно предположить, что результаты могут быть разными в зависимости от уровня подготовки профессорско-преподавательского состава, т.е. на выбор компетенций для дисциплины будет влиять субъективный фактор.

Для проверки вышеуказанного предположения проанализированы восемь рабочих программ по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» (для бакалавриата по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры») в семи вузах России. Основные характеристики рабочих программ представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, дисциплина, преимущественно, читается на старшем курсе (четвертом) и ее объем составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Она имеет практико-ориентированный характер, так как соотношение между лекциями и лабораторно-практическими занятиями составляет 1/2.

Теоретическая часть дисциплины включает основы по метрологии, стандартизации и сертификации. Основной акцент сделан на первую часть курса,

которая состоит из законодательного, теоретического и прикладного разделов. Прикладная метрология опирается на первые два раздела и посвящена метрологической поверке технических средств измерений, т.е. теоретическая часть курса во всех вузах (табл. 1) соответствует учебному пособию, которое рекомендовано для бакалавриата по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры» [1].

Здесь особо выделяется рабочая программа дисциплины Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета: теоретическая и практическая части включают вопросы метрологической поверки основных геодезических приборов, применяемых в землеустройстве и кадастре. В остальных вузах раздел прикладная метрология носит общий характер.

Практическая часть в рабочих программах дисциплины, преимущественно, реализуется в форме практических и семинарских занятий. И они охватывают всю теоретическую часть курса (основы метрологии, стандартизации и сертификации). Количество практических (лабораторных работ) находится в диапазоне от 4 до 14. В среднем на контактную работу выделяют 3 часа.

В отношении формируемых компетенций в дисциплине следует отметить, что в рабочих программах дисциплины представлен разный, отличный друг от друга состав типов (общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные) и видов компетенций (табл. 1). Правда, встречается отдельный случай, когда компетенции совпадают, например, в вузах ТПУ и СГУГиТ. Здесь выбрана одна и та же профессиональная компетенция: ПК-10. Более глубокий анализ состава компетенций в рабочих программах дисциплины показал, что разработчики, чаще всего, выбирают ОК-4, ПК-5, 10 и 12 [24].

Следовательно, подтвердилось, ранее высказанное, предположение о возможном влиянии субъективного фактора на выбор компетенций для дисциплины. Это также подтверждается результатами исследования авторов [25]: на основании опроса выявили, что более 60 % преподавателей испытывают затруднения при выборе компетенций для дисциплины.

Для разрешения этой проблемы авторы [25] разработали программу, где реализовали следующие функции: выбор направления подготовки; выбор дисциплины; формирование отчета по компетенциям для пяти направлений подготовки бакалавриата (14000, 220700, 240100, 230100 и 241000). Здесь введены системные характеристики: целостность компетенции и степень значимости дисциплины. Но, к сожалению, они не раскрыли суть алгоритма и критериальных значений.

В этой связи рассмотрим выбор компетенций как процесс проецирования вектора на оси [26].

Представим дисциплину как множество векторов $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$; $v_i = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, где v_i – разделы или модули дисциплины; a_i – вопросы или элементы внутри раздела. За оси примем базисные элементы (уровни) компетенции e_1, e_2, e_3 в терминах дисциплины.

Основные характеристики рабочих программ
дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация»

№	Наименование вуза	Профиль	Компе- тенции	Се- местр	Учебные часы				Кол-во лаб. работ (практ. заданий)
					об- щее	лек- ции	лабо- ратор.	прак- тич.	
1	К-на-АГТУ	Земельный кадастр; Городской кадастр	ОК-4, ПК-5, 8, 10 и 12	2	108	18	36	-	14
2	МСХА имени К.А.Тимирязева	Кадастр мелиорируемых земель	ПК-3, 6 и 12	7	108	17	-	34	11
3	К-на-АГТУ	Земельный кадастр; Городской кадастр	ОК-4, ПК-5, 8, 10 и 12	8	108	17	17	-	4
4	К(П)ФУ	Землеустройство	ОК-4, ПК-5, 8, 10 и 12	8	108	34	-	22	10
5	СибАДИ	Геодезия	ОК-4 и ПК-9	4	108	18	18	18	12
6	СГТУ имени Гагарина Ю.А.	Городской кадастр	ОК-7, ОПК-3, ПК-5 и 7	7	72	18	-	18	12
7	ТПУ	-	ПК-10	8	108	16	-	16	8
8	СГУГиТ	Кадастр недвижимости	ПК-10	1	72	18	-	18	7

Примечания:

- 1) К-на-АГТУ – Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет;
- 2) МСХА имени К.А.Тимирязева – Российский государственный аграрный университет;
- 3) К(П)ФУ – Казанский (Приволжский) федеральный университет;
- 4) СибАДИ – Сибирская автомобильно-дорожная академия;
- 5) СГТУ имени Гагарина Ю.А. – Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
- 6) ТПУ – Томский политехнический университет;
- 7) СГУГиТ – Сибирский государственный университет геосистем и технологий.

Тогда проекцию множества векторов V на базисные уровни компетенции запишем так,

$$\vec{V} = \text{пр}_{e_1, e_2, e_3} V = \left\{ \text{пр}_{e_1, e_2, e_3} v; v \in V \right\}. \quad (6)$$

Если спроецировать множества векторов V на базисные элементы e_i множества K , то можно получить следующие результаты:

1) если $\forall v_i \subseteq V$ не принадлежат множеству K , при этом найдется хотя бы один $a_1 \in v_i$ или несколько a_i , которые можно представить в виде параметра функции базисного элемента компетенции ($e_j = f(a_i)$) либо $a_i \equiv e_j$. Тогда мощность множества векторов \vec{V} будет равна нулю ($\vec{m} = 0$) либо будет иметь минимальное значение;

2) если существует несколько векторов v_i либо все, которые являются подмножеством множества K , при этом $\forall v_i \in V$. Тогда мощность множества векторов \vec{V} будет равна мощности V ($\vec{m} = m$) либо будет иметь максимальное значение.

Если $\vec{m} = 0$, но выбрана компетенция, то в этом случае будет допущена грубая ошибка: компетенция не может быть сформирована в дисциплине. Вследствие этого создается искусственный этап формирования компетенции в образовательной программе, а в рабочей программе дисциплины – некорректно определяются уровни знаний и планируемые результаты обучения. Например, к этой ошибке следует отнести выбор компетенций: ОК-7; ОПК-3; ПК-3 и ПК-9 [24].

Остальные компетенции, представленные в таблице 1, имеют либо непосредственное (ОК-4 и ПК-5), либо опосредованное (ПК-6, 7, 8, 10 и 12) отношение к дисциплине. Это в свою очередь указывает на еще одну причину, которая приводит к ошибочному включению компетенции в дисциплину. Она заключается в способности разделять прямое и косвенное значение дисциплины на формирование компетенции.

Очевидно, степень влияния дисциплины на формирование компетенции можно определить через величину мощности \vec{m} множества векторов \vec{V} . Для этого предлагается ввести следующие критериальные значения степени влияния дисциплины на компетенцию:

- 1) косвенное (опосредованное) – меньше или равно 10 %;
- 2) прямое (непосредственное) – больше или равно 70 %.

Тогда выбор компетенции для дисциплины можно осуществить по формуле (7),

$$k_i = \begin{cases} \text{нет}, & dm = m \vee dm \geq 0,9 \cdot m; \\ \partial a, & dm = 0 \vee dm \leq 0,7 \cdot m. \end{cases} \quad (7)$$

где $dm = m - \vec{m}$; m и \vec{m} – мощность множества векторов V и \vec{V} соответственно.

После применения формул (6) и (7), выяснили, что в рамках дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» (МСС) должны быть сформированы соответственно частично и полностью компетенции: ОК-4 и ПК-5 [24], а в случае реализации проекта федерального стандарта [27] – ОПК-1 и ОПК-5.

Опыт применения компетентностно-ориентированных заданий

На основании рассмотренной теоретической основы КОЗ и анализа опыта организации учебного процесса в вузах по дисциплине МСС, в рабочую программу дисциплины МССГК включили рекомендуемые общекультурную и профессиональную компетенции (ОК-4 и ПК-5) и выбрали следующие типы заданий:

- 1) с позиции учебно-познавательной деятельности – проблемная;
- 2) с позиции ее содержания – практическая.

По способам работы с информацией задания должны быть комплексными, состоящими из следующих видов задач: сравнение; аналогия; модель; структурирование; избыточность и интеграция.

При определении содержания собственно заданий авторы столкнулись с затруднениями, так как дисциплина МССГК читается в первом семестре. Обучающиеся не ознакомлены ни с топографо-геодезическими работами, ни с кадастровой деятельностью и кадастровым учетом.

В этой связи возникла необходимость в разработке дополнительных требований при формулировании квазипрофессиональных ситуаций, определении степени сложности, объема и содержания заданий.

Во-первых, все задания должны находиться в области одной квазипрофессиональной ситуации.

Во-вторых, последовательность заданий должна быть выстроена по схеме: от простого к сложному.

В-третьих, полученные в процессе решения предыдущего задания знания, практические навыки и умения могли быть использованы в последующем задании.

В-четвертых, бюджет времени на контактную и самостоятельную работу должен быть необходимым и достаточным для формирования готовности и способности обучающихся к решению профессиональных задач.

В результате авторами разработаны четыре комплексных КОЗ (табл. 2) в рамках одной квазипрофессиональной ситуации: для регистрации права на земельные участки и здания необходимо подготовить межевой и технический планы и составить топографический план на территорию землепользования. Исполнителю выдали рулетку 5 м, нивелирные рейки, цифровой нивелир и электронный тахеометр. На все приборы и оборудование имеются сертификаты соответствия типа.

Свидетельство о метрологической поверке есть только на цифровой нивелир и электронный тахеометр, где представлены следующие метрологические характеристики: увеличение зрительной трубы, цена делений установочных уровней и средняя квадратическая погрешность измерений: превышений; углов и расстояний соответственно.

Возникает задача в обосновании возможности использования вышерассмотренных приборов и оборудования в кадастровой деятельности.

Комплексные компетентностно-ориентированные задания

№	Тема практического задания	Трудоемкость учебной работы, час.	
		контактная	самостоятельная
1	Метрологическая поверка рулеток 5 м	6	6
2	Метрологическая поверка нивелирных реек	6	6
3	Метрологическая поверка точных цифровых нивелиров	4	6
4	Метрологическая поверка точных электронных тахеометров	4	6
Итого		18	24

После получения задания, обучающиеся выполняют следующее:

- изучают нормативно-технические документы по метрологической поверке соответствующего прибора или оборудования [28–33] и учебное пособие [34];
- составляют перечень метрологических характеристик и формы для регистрации измерений и представления основных результатов поверки;
- осуществляют внешний осмотр и апробацию прибора (оборудование);
- выполняют обработку результатов исследования (й);
- сопоставляют полученные метрологические характеристики прибора (оборудования) с допустимыми значениями;
- дают заключение о возможности использования прибора (оборудования).

В первом задании по результатам исследований, в том числе измерений, обучающиеся представляют основные результаты метрологической поверки по форме табл. 3. Здесь они получают первые практические навыки использования штангенциркуля и штриховой меры длиной один метр (контрольная линейка) для определения метрологических характеристик.

Во втором задании выполняют три исследования, а именно:

- определение случайной $\Delta_{сл}$ и систематической $\Delta_{ст}$ погрешностей нанесения дециметровых делений на нивелирной рейке (по одной стороне) по формулам (8) и (9),

$$\Delta_{сл} = \Delta_o - \Delta_{ст}, \quad (8)$$

$$\Delta_{ст} = \frac{\sum \Delta_o}{N}, \quad (9)$$

где $\Delta_o = F_d(O_{ср.,i+1}) - F_d(O_{ср.,i})$; $O_{ср.,i} = \frac{O_i^I + O_i^{II}}{2}$; O_i^I и O_i^{II} – отсчеты по контрольной линейке по i -му дециметру шкалы нивелирной рейки при первом и втором ее положении соответственно; N – количество погрешностей Δ_o ;

F_d – функция, которая исключает целую часть из величины среднего значения $O_{cp,i}$;

- определение среднего метра рейки (по одной стороне) по формуле,

$$l_{1M} = \frac{\sum l_i''}{n}, \quad (10)$$

где $l_i'' = \frac{l_i^I + l_i^{II}}{2} + \Delta l_{k,t}$; $\Delta l_{k,t}$ – общая поправка за компарирование и температуру контрольной линейки; n – номинальная сумма длин измеренных интервалов в процессе исследования.

Таблица 3

Результаты метрологической поверки

Наименование характеристики	Значение параметра	
	Доп.	Факт.
1. Опробование		
2. Ширина, мм		
3. Толщина, мм		
4. Длина метровых интервалов при температуре 20 ⁰ С: 0 – 1 4 – 5		

Здесь, так же, как и в первом исследовании, применяют контрольную линейку. Метровые интервалы измеряют дважды (l_i^I и l_i^{II}), но в прямом и обратном направлениях. Если их разность не превышает 0,10 мм, тогда переходят к вычислению среднего значения l_i'' . Затем измеряют следующий метровый интервал рейки. И так, пока не измерят все три интервала. При переходе с прямого на обратное направление контрольную линейку разворачивают на 180⁰;

- проверка перпендикулярности плоскости пятки к оси рейки. При поверке в аудитории устанавливают три специальных костыля. В дальнейшем последовательно устанавливают на них рейку пятью точками пятки, и берут отсчеты по средней нити сетки нитей зрительной трубы нивелира. Нивелир устанавливают на расстоянии примерно в 15 м от костылей. Здесь обучающиеся впервые получают практические навыки по взятию отсчета по шашечной рейке. В дальнейшем эти практические навыки, обучающиеся используют и развивают в третьем задании.

В третьем задании рассматриваются определение диапазона и исследование погрешности работы компенсатора в полевых условиях. Здесь определяют превышения при пяти положениях пузырька круглого уровня.

В результате таких измерений вычисляют случайную m_k и систематическую σ_k погрешности работы компенсатора нивелира по формулам (11) и (12),

$$m_k = \sqrt{\frac{[d_i^2]}{2 \cdot N}}, \quad (11)$$

где $d_i = h_{vi} - h_o$; h_{vi} и h_o – превышения, полученные при наклоне и отвесном положении оси вращения прибора соответственно; N – количество разностей d_i .

$$\sigma_k = \frac{\sum d_i}{S \cdot \tau \cdot N} \rho, \quad (12)$$

где τ – цена деления круглого установочного уровня нивелира; ρ – один радиан (в секундах).

В четвертом задании обучающиеся, опираясь на опыт проведения исследования в третьем задании, определяют те же метрологические характеристики, что у компенсатора нивелира, но для электронного тахеометра.

В процессе исследования ось вращения электронного тахеометра наклоняют через (15-30)° в пределах диапазона работы компенсатора и берут отсчеты по горизонтальному (вертикальному) кругу. Эти действия выполняют в прямом и обратном ходах.

На основании разностей отсчетов по горизонтальному кругу $d_i = \beta_i^{\Pi} + \beta_i^0$ для i -го наклона оси вращения прибора по формуле (11) вычисляют случайную погрешность, а по формуле (13) систематическую,

$$\sigma_k^{\mp} = \frac{[\Delta_i^{\mp}]}{2 \cdot N^{\mp}}, \quad (13)$$

где $\Delta_i = \beta_{cp,i} - \beta_{cp,o}$; $\beta_{cp,i} = (\beta_i^{\Pi} + \beta_i^0) / 2$; \pm - обозначает отрицательные и положительные углы наклона оси вращения прибора; β_i^{Π} и β_i^0 – отсчет по горизонтальному (вертикальному) кругу при i -ом наклоне оси вращения электронного тахеометра.

После выполнения задания, в рамках самостоятельной работы, каждый обучающийся в рабочей тетради отвечает на контрольные вопросы; пишет заключение о возможности использования прибора (оборудования) и оформляет отчет.

В процессе выполнения задания и представления результатов самостоятельной работы обучающимися, преподаватель должен оценивать их деятель-

ность на основании интегрально балльно-рейтинговой системы [35], представленной в табл. 4.

Таблица 4

Оценка деятельности обучающегося при выполнении задания

№	Параметры деятельности обучающегося	Максимальный балл
1	Активность на практических занятиях	2
2	Выполняет задание в качестве:	
2.1	исполнителя	3
2.2	помощника	1
2.3	исполнителя и помощника	5
3	Качество оформления отчета по заданию	3
4	Качество оформления и правильность ответов на контрольные вопросы	5
5	Представление и изложение обоснования возможности применения геодезических приборов и оборудования в кадастровой деятельности	5
Итого		20

Обсуждение

Опыт применения вышерассмотренных комплексных КОЗ, при проведении практических занятий по дисциплине МССГК в осеннем семестре 2018 года, показал, что они мотивируют и стимулируют обучающихся к разрешению квазипрофессиональной ситуации. В итоге у обучающихся сформировалась готовность и способность определять некоторые метрологические характеристики у основных геодезических приборов.

Кроме этого подтвердилась эффективность расположения комплексных заданий по схеме: от простого к сложному. Заложенная возможность использования в текущем задании практических навыков и умений, полученных в процессе решения предыдущего задания, позволила создать более комфортную учебную среду. Обучающиеся с большим интересом и активнее приступали к выполнению задания.

Вместе с тем были обнаружены отдельные отрицательные моменты как в аспекте организации практических занятий, так и в части уровня сформированности компетенций.

На практических занятиях формировались бригады в составе 4–5 человек. Это позволяло, с одной стороны, реализовать групповую форму организации учебного процесса, но с другой, не все обучающиеся могли полноценно включиться в поиск решения задачи, так как бюджет времени на контактную работу не позволял это сделать.

Также из-за небольшого объема часов на выполнение заданий, пришлось сокращать объем исследований и количество метрологических характеристик.

Вследствие этого у обучающихся был сформирован недостаточно высокий уровень компетенций.

Для реализации групповой и индивидуальной форм организации учебного процесса при выполнении комплексных компетентностно-ориентированных заданий (комплексных заданий) и для повышения уровня сформированности компетенций обучающихся необходимо:

1) проводить практические занятия в форме лабораторных, на которых следует формировать бригады в составе не более двух-трех человек. Общее количество часов на контактную работу должно быть порядка 36;

2) увеличить объем и состав исследований в заданиях: в задании 2 исследовать две стороны нивелирной реки; в задании 3 включить определение средней квадратической погрешности измерения превышений и расстояний; в задании 4 включить определение средней квадратической погрешности измерения горизонтальных и вертикальных углов;

3) в состав самостоятельной работы обучающихся включить подготовку рефератов по стандартизации и сертификации, индивидуальное задание по обработке многократных прямых измерений, например, определение погрешностей измерений длин сторон светодальномером или электронным тахеометром.

Таким образом, при организации учебного процесса по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация в геодезии и кадастре», для бакалавриата, обучающихся по направлению «Землеустройства и кадастры», общая трудоемкость должна составлять три зачетные единицы, из них 18 часов лекций и 36 часов лабораторно-практических занятий. В этой дисциплине должны формироваться две компетенции: общекультурная (ОК-4) и профессиональная (ПК-5).

Лабораторные работы должны состоять из четырех комплексных компетентностно-ориентированных заданий, где рекомендуется использовать следующие виды задач: сравнение; аналогия; модель; структурирование; избыточность и интеграция. Все комплексные задания можно представить в виде разрешения одной квазипрофессиональной ситуации в сфере кадастровой деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся должна включать: подготовку ответов на контрольные вопросы и отчета о выполнении задания; написание рефератов и расчетно-графическую работу.

Заключение

Таким образом, предложенные критериальные значения при обосновании выбора компетенции для дисциплины и комплексные задания позволят добиться необходимого уровня сформированности компетенций у бакалавриата, т.е. способности и готовности обучающихся к эффективной и продуктивной деятельности в различных профессиональных ситуациях.

Дальнейшие исследования в данном направлении могут быть связаны с поиском оптимального сочетания видов задач в комплексном задании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грибанов Д.Д. Основы метрологии, сертификации и стандартизации: учеб. Пособие/Д.Д.Грибанов.-М.: ИНФРА-М, 2018. – 127 с.
2. Федеральный закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. Демьяненко Ю.И. Компетентный подход как принцип математической подготовки специалиста//Теоретические и методические проблемы современного образования: Материалы XII Международной научно-практической конференции 27-28 марта 2013 г. / Науч.- инф. издат. центр «Институт стратегических исследований». – М.: Изд-во «Спецкнига», 2013. – С. 101 – 103.
4. Безусова, Т.А. Характеристика и особенности составления компетентностно-ориентированных заданий для занятий в вузе [Электронный ресурс] // *Juvenis scientia*. — Электрон. дан. — 2018. — № 1. — С. 26-29. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/issue/306610>. — Загл. с экрана.
5. Шабанова Д.Н. Компетентный подход в профессиональном образовании на примере преподавания иностранных (английский и немецкий) языков в НТК им. А.И. Покрышкина // Актуальные вопросы образования. Современные тенденции повышения качества непрерывного образования: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 1-5 февраля 2016 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016.- С. 55-59.
6. Янушевская М.Н., Поугат В.Р., Синебрюхова В.Ю. Формирование профессиональных компетенций бакалавров через самостоятельную деятельность// Актуальные вопросы образования. Современные тенденции повышения качества непрерывного образования: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 1-5 февраля 2016 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016.- С. 60-65.
7. Грицкевич О.В., Ушакова О.Е. Методические аспекты формирования компетенций по экономическим дисциплинам у студентов технических специальностей// Актуальные вопросы образования. Современные тенденции повышения качества непрерывного образования: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 1-5 февраля 2016 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГУГиТ, 2016.- С. 66-69.
8. Аврунев Е.И., Иванцова Е.А. Методологические аспекты формирования профессиональных компетенций у магистров по направлению «Землеустройство и кадастры»// Актуальные вопросы образования. Роль университетов в формировании информационного общества: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 29 января - 2 февраля 2018 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018.- С. 262-265.
9. Трубина Л.К., Анопченко Л.Ю., Черновский Л.А. Некоторые аспекты формирования компетентностной модели подготовки бакалавров по направлению «Экология и природопользование» // Актуальные вопросы образования. Роль университетов в формировании информационного общества: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 29 января - 2 февраля 2018 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – С. 122-127.
10. Силкина Н.В., Кашник О.И. Реализация компетентного подхода в системе дополнительного образования// Актуальные вопросы образования. Роль университетов в формировании информационного общества: сб. материалов Международной научно-методической конференции, 29 января - 2 февраля 2018 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 2. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018.- С. 220-223
11. Руденко Ю.С. О проблемах реализации компетентного подхода в высшей школе//Вестник Московского университета имени С.Ю.Витте. Серия 3. Психология. Образовательные ресурсы. № 1. 2012. С. 4-8.

12. Цепилова А.В. Проблемы реализации компетентного подхода при преподавании иностранного языка студентам технических специальностей: анализ опыта российских вузов//Молодой ученый. 2013. №2 (49). С. 409-411.
13. Ланкина М.П., Эйсмонт Н.Г. Проблемы внедрения компетентного подхода в обучение физике студентов//Вестник Омского университета. 2015. № 1. С. 37-40.
14. Репина Е.Г. Компетентный подход: фундаментальные положения и их практическая реализация в вузе//Педагогика высшей школы. Международ. журнал. 2017. № 2(08). С. 23-27.
15. Shirani Bidabadi, Nahid et al. Effective Teaching Methods in Higher Education: Requirements and Barriers// Journal of advances in medical education & professionalism, 2016/ - Vol. 4,4. – Pp. 170-178. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5065908/>(дата обращения: 31.03.2019)
16. Serbati, Anna. Implementation of Competence-Based Learning Approach: stories of practices and the Tuning contribution to academic innovation // Tuning Journal for Higher Education, 2015. - V. 3, N. 1. - Pp. 19-56. URL: Available at: <http://www.tuningjournal.org/article/view/91/1085>(дата обращения: 31.03.2019)
17. Chacko TV. Moving toward competency-based education: Challenges and the way forward // Arch Med Health Sci, 2014. – 2, Pp. 247-253. URL: <http://www.amhsjournal.org/text.asp?2014/2/2/247/144365>(дата обращения: 31.03.2019)
18. Munoz, Daniel Ríos and Araya, David Herrera. The challenges of competence-based assessment in the educational field// Educ. Pesqui, 2017. - Vol. 43. N. 4, Pp.1073-1086. URL:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022017000401073&lng=en&nrm=iso(дата обращения: 31.03.2019)
19. Salima S.Kunanbayeva Educational Paradigm: Implementation of the Competence-Based Approach to the Higher Scholl System// International Journal of Enviromental @ Scince Education. 2016, Vol. 11, NO. 18, 12699-12710. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1126626.pdf> (дата обращения: 31.03.2019)
20. Шехонина А.А. и др. Компетентностно-ориентированные задания в системе высшего образования. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 98 с. URL:<http://window.edu.ru/resource/483/80483/files/itmo1571.pdf>(дата обращения: 31.03.2019).
21. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.
22. Система оценки уровня сформированности компетенций и результатов обучения. Метод. рекомен. разработаны группой преподавателей Саратовского государственного университета. 2014. – 33 с. URL:https://www.sgu.ru/sites/default/files/documents/2014/sistema_ocenki_urovnya_sfo-rmirovannosti_kompetenciy_metodicheskie_rekomendacii.doc (дата обращения: 31.03.2019).
23. Курбанов Г.Д., Камалова А.О. Карта компетенции дисциплины как инструмент организации учебного процесса// Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL:<https://scienceforum.ru/2014/article/2014000025> (дата обращения: 31.03.2019).
24. Приказ Минобрнауки России от 01 октября 2015 г. № 1084 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры (уровень бакалавриат)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wuz.informio.ru/?id=15425>.
25. Малышева О.С., Гильванов Р.Р. Проблема формирования профессиональных компетенций студентов технического вуза // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2014. – № 2. – С. 33-33. URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=293> (дата обращения: 31.03.2019).
26. Москинова Г.И. Дискретная математика. Математика для менеджера в примерах управления: Учебное пособие. – М.:Лотос, 2000. – 240 с.

27. Проект Приказ Минобрнауки России 2017 г. № «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры (уровень бакалавриат)». URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/ProjFGOSVO3++/Bak3++/210302_B_3plus_21112017.pdf (дата обращения: 31.03.2019).
28. Инструкция по проведению технологической поверки геодезических приборов. ГКИНП(ГНТА) 17-195-99. Дата введения 1999-10-01. М., ЦНИИГАиК, 1999. – 31 с. URL: <http://zapsibagp.ru/wp-content/uploads/doc/49954c6455e30aae1e7802fb0fbce36d.pdf> (дата обращения: 31.03.2019).
29. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. ГКИНП (ГНТА)-03-010-02. Дата введения 2003-01-01. М., ЦНИИГАиК, 2003. – 134 с. URL: <http://gis-lab.info/docs/law/gkinp03-010-02.pdf> (дата обращения: 31.03.2019).
30. ГОСТ 7502-98. Рулетки измерительные металлические. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 11 с. Режим доступа: <https://standartgost.ru/> (открытый доступ).
31. ГОСТ 10528-90. Нивелиры. Общие технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1990. – 15 с. Режим доступа: <https://standartgost.ru/> (открытый доступ).
32. ГОСТ Р 51774-2001. Электронные тахеометры. Общие технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 12 с. Режим доступа: <https://standartgost.ru/> (открытый доступ).
33. РД 68-8.17-98 Руководящий документ. Локальные поверочные схемы для средств измерений топографа – геодезического и картографического назначения. – М.: ЦНИИГАиК, 1999 – 40 с.
34. Ямбаев Х.К., Голыгин Н.Х. Геодезическое инструментоведение. Практикум: Учеб. пособие для вузов. – М.: «ЮНИКС», 2005. – 312 с.
35. Калюжин В.А., Максименко Л.А. и Черноножкина С.А. Состояние и пути дальнейшего развития дисциплины «Информационные системы в землеустройстве и кадастре» // Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук. Сборник научных трудов, по материалам XVI международной научно-практической конференции 12 апреля 2018 г. Изд. ЦНК МОАН, 2018. – С. 25-37.

© В. А. Калюжин, В. Н. Щукина, А. А. Ильин, 2019