

Диагностика результатов освоения компетенций в информационной среде обучения студентов ИТ-направлений

Цель исследования. Диагностика результатов обучения, представленных в компетентностном формате, в настоящее время является необходимой составной частью учебного процесса вуза. Цель выполненного исследования — разработать и реализовать в информационной среде обучения удобный и технологичный способ диагностики результатов освоения компетенций студентами ИТ-направлений. В качестве среды реализации используется одна из самых популярных в российских вузах систем дистанционного обучения Moodle, дополненная программным обеспечением собственной разработки и сторонними ресурсами. В статье представлены результаты моделирования и реализации предлагаемого способа диагностики результатов освоения компетенций студентов ИТ-направлений.

Методы и материалы. Авторами предложена инфологическая модель процесса подготовки банка диагностических заданий компетентностного формата. Обоснована необходимость декомпозиции индикаторов достижения компетенций на дисциплинарные компоненты, достижение которых можно диагностировать известными средствами педагогических измерений. Представлен способ реализации декомпозиции компетенций в системе Moodle с помощью фреймворка компетенций (Competency Framework) и технология подготовки диагностических заданий по принципу равномерного покрытия заданиями всех индикаторов достижения компетенций. Предложен пошаговый алгоритм корректировки банка заданий по результатам их выполнения студентами на основе анализа статистических характеристик заданий. Описан способ автоматического отслеживания освоения компетенций студентами по результатам выполнения диагностических заданий в системе Moodle.

Результаты. В статье представлен пример реализации предложенного способа диагностики результатов освоения

компетенций в процессе обучения бакалавров направления 09.03.04 Программная инженерия. Представлен результат декомпозиции индикаторов достижения одной из общепрофессиональных компетенций на дисциплинарные компоненты, процесс подготовки заданий для диагностики по каждому дисциплинарному компоненту, дисциплинарные и междисциплинарные результаты диагностики освоения компетенции, полученные в системе Moodle. Результаты эксперимента показали, что для воплощения предложенного способа в информационной образовательной среде требуются определённые затраты времени на подготовительном этапе, но они окупаются повышением качества диагностических процедур и удобством их проведения. **Заключение.** В ходе исследования был разработан, реализован и апробирован на практике технологичный способ диагностики результатов освоения компетенций студентами ИТ-направлений в информационной среде обучения, основанный на декомпозиции компетенций на дисциплинарные компоненты, поддающиеся измерению. Представлены результаты реализации предложенного способа в Вологодском государственном университете при обучении студентов направления «Программная инженерия». Результаты моделирования и реализации процесса диагностики результатов освоения компетенций могут быть адаптированы к учебному процессу различных направлений подготовки и различных форм обучения. Продолжение данного исследования имеет хорошие перспективы для повышения качества диагностических процедур компетентностного формата и эффективности учебного процесса в целом.

Ключевые слова: компетенции ИТ-специалиста, диагностика освоения компетенций, индикаторы достижения компетенций, диагностические задания, информационная среда обучения.

Igor A. Andrianov, Andrey M. Polyanskiy, Svetlana U. Rzhetskaya, Marina V. Kharina

Vologda State University, Vologda, Russia

Diagnostics of the results of mastering competencies in the information environment for teaching IT students

Purpose of research. Diagnostics of learning results presented in a competency-based format is currently a necessary part of the educational process of universities. The purpose of the research is to develop and implement a convenient and technological way to diagnose the results of mastering competencies by IT students in the information learning environment. One of the most popular distance learning systems in Russian universities, Moodle, supplemented with proprietary software and third-party resources, is used as the implementation environment. The article presents the results of modeling and implementation of the proposed method for diagnosing the results of mastering the competencies of IT students.

Methods and materials. The authors propose an infological model of the process of preparing a bank of diagnostic tasks in a competence format. The necessity of decomposition of competence indicators into disciplinary components, the achievement of which

can be diagnosed by known means of pedagogical measurements, is substantiated. The method of implementing the decomposition of competencies in the Moodle system using the Competence Framework, and the technology of preparing diagnostic tasks based on the principle of uniform coverage of all competence indicators by tasks are presented. A step-by-step algorithm for adjusting the bank of tasks is proposed. The algorithm is based on the analysis of the statistical characteristics of the results of completing tasks by students. A method for automatically tracking the mastering of competencies by students based on the results of performing diagnostic tasks in the Moodle system is described.

Results. The article presents an example of the implementation of the proposed method for diagnosing the results of mastering the competencies in the process of training bachelors in the direction "09.03.04 Software engineering". The following are presented: the

result of decomposition of indicators of achievement of one of the general professional competencies into disciplinary components, the process of preparing tasks for diagnostics for each disciplinary component, disciplinary and interdisciplinary results of diagnosing the mastering of competencies obtained in the Moodle system. The results of the experiment showed that the implementation of the proposed method in the information educational environment requires certain time costs at the preparatory stage, but they pay off by improving the quality of diagnostic procedures and the convenience of their implementation.

Conclusion. In the course of the study, a technological method for diagnosing the results of mastering the competencies by IT students in the information learning environment was developed, implemented and tested in practice. The method is based on the

decomposition of competencies into disciplinary components. The results of the implementation of the proposed method at the Vologda State University when teaching students of the direction "Software Engineering" are presented. The results of modeling and implementation of the process of diagnostics of the results of mastering competencies can be adapted to the educational process for various areas of training and forms of education. The continuation of this study has good prospects for improving the quality of diagnostic procedures of the competence format and the effectiveness of the educational process as a whole.

Keywords: competencies of an IT specialist, diagnostics of mastering competencies, indicators of achieving competencies, diagnostic tasks, learning information environment.

Введение

Диагностика результатов обучения является неотъемлемой частью учебного процесса, при этом эффективность диагностических процедур напрямую зависит от качества используемых оценочных средств. В период вынужденного перехода на дистанционный формат обучения в связи с пандемией преподаватели вузов проделали огромную работу по подготовке фондов оценочных средств, предназначенных для дистанционного использования. Накопленный положительный опыт породил всплеск интереса к внедрению технологий смешанного обучения на основе объединения аудиторной и дистанционной систем обучения [1, 2]. Практика показала, что применение дистанционных технологий способно поднять на новый уровень диагностику результатов обучения при любой форме проведения занятий, но для этого должны быть подготовлены качественные оценочные средства.

Новая модель аккредитации образовательной деятельности вузов, введённая в 2022 году, предполагает регулярное диагностическое тестирование с целью оценки уровня сформированности у обучающихся универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. В этой связи задачи подготовки и поддержки качественных оценочных средств для диагностики результатов обучения по различным дис-

циплинам приобретают особую актуальность, а акцент смещается в сторону компетентностно-ориентированного формата диагностических материалов.

Профессиональные компетенции ИТ-специалистов являются одними из наиболее востребованных на рынке труда, поэтому качеству подготовки ИТ-специалистов посвящено много публикаций, из которых следует выделить [3, 4, 5]. Диагностика освоения компетенций в процессе обучения ИТ-специалистов является ответственной и сложной задачей, поэтому инструменты диагностики и форматы их применения разнообразны. Некоторые из них, например, защита отчётов по лабораторным работам, курсовым проектам, практикам, обычно проводятся в традиционной очной форме, при этом качество диагностики в значительной мере зависит от опыта преподавателя. Принципиально новый, детальный и более объективный уровень диагностики результатов обучения будущих ИТ-специалистов способна обеспечить система диагностических тестов компетентностного формата, проводимых регулярно в электронной форме (как дополнение, но не замена традиционных способов диагностики).

К сожалению, для большинства профильных дисциплин ИТ-направлений отсутствуют стандартизированные диагностические тесты с доказанной эффективностью, поэтому разработка и постоянная под-

держка банка диагностических заданий приемлемого качества является ответственностью преподавателя дисциплины. Также отсутствуют чёткие методические рекомендации по поддержке банка заданий, ориентированных на диагностику освоения компетенций, что затрудняет работу преподавателя.

Цель выполненного исследования – разработать и реализовать в информационной среде обучения удобный и технологичный способ диагностики результатов освоения компетенций студентами ИТ-направлений. В качестве среды реализации используется одна из самых популярных в российских вузах систем дистанционного обучения Moodle, дополненная программным обеспечением собственной разработки и сторонними ресурсами. В статье приводятся результаты эксперимента по реализации предложенного способа для направления 09.03.04 Программная инженерия в Вологодском государственном университете. Однако, представленные в статье материалы могут быть адаптированы для диагностики результатов обучения студентов различных направлений подготовки и форм обучения.

Основные понятия. Пути повышения качества диагностического тестирования

Чтобы понять суть проблемы, сначала представим краткие сведения из теории.

Теоретические основы педагогических измерений и тестирования были заложены более 100 лет назад, их основателем считается Э.Л. Торндайк [6]. Разумеется, в то время не было и речи о тестировании в электронной форме, однако вопросы качества тестового материала и точности педагогических измерений требовали проработки вне зависимости от формы тестирования. Исследованием проблемы в разное время занимались Ч. Спирмен, Н.Р. Кэмпбелл, Ф. Гальтон, Дж. Кеттел, В. Штерн, в России — П.П. Блонский, Г.И. Залкинд, М.С.Бернштейн и др. На современном этапе следует выделить работы В.П. Беспалько, Н.Ф. Талызиной, А.Н. Майорова, В.С. Аванесова, М.Б. Челышковой.

В работах В.С. Аванесова педагогический тест определяется как научно обоснованный и технологичный метод исследования результатов учебной деятельности посредством системы заданий возрастающей трудности, позволяющей качественно оценить структуру и измерить уровень подготовленности испытуемых [6]. В определении А.Н. Майорова тест определяется как инструмент, состоящий из квалитетически выверенной системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения и заранее спроектированной технологии обработки и анализа результатов [7]. Данные определения не противоречат друг другу, главным в них является понимание теста в широком смысле как системы заданий, которые вовсе не обязательно должны быть тестовыми вопросами регламентированной структуры. Сложившаяся в последние годы узкая трактовка понятия теста как набора вопросов, очевидно, связана с понятием элемента «тест» во многих системах электронного обучения. Например, в системе Moodle тест состоит из вопросов, ко-

торые должны соответствовать одному из предлагаемых системой типов (множественный выбор, установление соответствия и т.д.). Понимание теста в широком смысле как выверенной системы заданий, для которых существует технологичная процедура оценки результатов их выполнения, позволяет считать тестирование подходящим способом диагностики освоения компетенций.

Основными критериями оценки качества тестов как средства педагогических измерений являются надёжность и валидность. Надёжность теста характеризует воспроизводимость результатов тестирования и их точность. Валидность — способность теста получать результаты, соответствующие поставленной цели тестирования.

Для оценки надёжности теста по полученным результатам тестирования используются методы математической статистики. Важно отметить, что современные системы электронного обучения, в частности, система Moodle, содержат в своём составе встроенные средства для вычисления основных показателей надёжности теста и отдельных его вопросов. Подробное описание этих средств, а также некоторые рекомендации по повышению надёжности педагогических тестов можно найти в [8]. Там же приводится перечень основных параметров тестовых вопросов и всего теста в целом, которые можно получить в виде отчётов в системе Moodle.

Валидность теста определяется путём сравнения результатов тестирования с не зависящими от этих результатов оценками уровня достижения индикаторов компетенций другими методами. Для дисциплин ИТ-направлений хорошим вариантом для сравнения является выполнение и защита лабораторных работ, курсовых проектов, отзывы внешних

руководителей практик и работодателей выпускников. В принципе, можно применить методы математической статистики и вычислить коэффициенты корреляции между оценками, полученными разными способами.

С практической точки зрения более важным является поиск путей повышения валидности тестов, диагностирующих уровень освоения компетенций. По мнению авторов, подтвержденному результатами экспериментов, эффективным способом повышения валидности диагностических тестов является равномерное покрытие компетентностно-ориентированными заданиями всех индикаторов освоения компетенций и соотнесение сложности заданий с текущим уровнем подготовленности студентов.

Исходя из этих соображений, далее представим процесс формирования и поддержки банка диагностических заданий как значимую составляющую фонда оценочных средств дисциплины (ФОС) и его реализацию в информационной образовательной среде вуза.

Моделирование процессов формирования и поддержки банка заданий для диагностики результатов освоения компетенций

При разработке модели формирования банка компетентностно-ориентированных заданий авторы ориентировались на структуру стандартов ФГОС 3++, которая имеет выраженный компетентностный формат. Возможно, при введении образовательных стандартов нового поколения потребуется непринципиальная корректировка представленной далее модели, но без существенных изменений в её реализации.

Сначала поясним основные идеи. Диагностика результатов освоения компетенций выпол-

няется на основе предварительно сформулированных индикаторов достижения компетенций. Индикаторы — результаты освоения компетенции, которые студент может продемонстрировать, а преподаватель — измерить и оценить. Индикаторы компетенций должны характеризоваться такими качествами, как достаточность, измеримость, четкость формулировок и преемственность по уровням образования [9, 10].

Достаточность определяет количество индикаторов. Традиционно для каждой компетенции используется три индикатора, определяющие знания, умения и навыки как диагностируемые результаты освоения компетенции. Для большинства компетенций ИТ-специалистов этой триады достаточно.

Измеримость — возможность применения известных методов педагогических измерений для диагностики достижения компетенции с помощью данного индикатора. Это основное свойство индикатора, без которого невозможно его использование в диагностических целях. Четкость формулировки компетенции и индикаторов её достижения — очевидное свойство, но его трудно оценить объективно.

Проанализируем свойство измеримости индикаторов компетенций на примере компетентностной модели выпускника бакалавриата ИТ-направления. Согласно ФГОС 3++, все осваиваемые студентами компетенции делятся на три группы: универсальные компетенции (УК), которые являются общими для бакалавров всех направлений (впервые в ФГОС 3++!), общепрофессиональные (ОПК) — общие (или незначительно различающиеся) для нескольких ИТ-направлений в рамках УГСН «Информатика и вычислительная техника», и профессиональные (ПК), которые могут различаться даже в пределах одного направления, но разных профилей подготовки.

После появления ФГОС 3++, судя по большому количеству публикаций, активизировались исследования в области методов и средств диагностирования УК [9, 11]. В этой группе компетенций, очевидно, среди наиболее проработанных следует выделить УК-4 — Коммуникация (Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)). Индикаторы достижения этой компетенции в части владения иностранным языком отражены в известных международных документах, а централизованные диагностические тесты по иностранному языку в вузах проводятся регулярно. Можно надеяться, что универсализация УК позволит довести все индикаторы их достижения до такого же измеримого уровня.

ФГОС ВО по направлениям подготовки, помимо УК, содержат также перечень ОПК, который вузы изменять не могут. Индикаторы достижения ОПК содержатся в Примерной основной образовательной программе по направлению (ПООП). Анализ ПООП для нескольких ИТ-направлений позволяет сделать вывод, что многие из формулировок индикаторов достижения ОПК не обладают свойством измеримости (как пример, формулировка «имеет навыки применения информационных технологий и программных средств для решения задач профессиональной деятельности»). Отсутствие измеримости можно объяснить принципиально междисциплинарным характером компетенций и стремлением сформулировать обобщенные результаты всего обучения выпускника вуза.

Однако, диагностику результатов достижения компетенций в процессе обучения требуется выполнять регулярно, поэтому разумным и технологичным способом являет-

ся декомпозиция обобщенных индикаторов достижения компетенций на более конкретные и измеряемые компоненты, привязанные к изучаемым дисциплинам и этапам обучения, поддающиеся измерению.

Формулировки ПК не регламентируются ФГОС и выполняются вузами самостоятельно с учётом профессиональных стандартов [3], пожеланий работодателей [4, 5] и других источников информации. Для ИТ-направлений имеются стандарты «Программист», «Тестировщик программного обеспечения», «Системный аналитик», «Системный программист» и ряд других. Они содержат не только описания трудовых функций и трудовых действий, но и необходимые для этого знания и умения. Формулировки профессиональных стандартов конкретны, но также нуждаются в декомпозиции на отдельные измеряемые дисциплинарные компоненты с диагностическими целями.

Следует отметить, что сама идея декомпозиции индикаторов компетенций на дисциплинарные компоненты не является новой, например, в работе [12] используется понятие элементов компетенции, в [13] — понятие дисциплинарной компетенции, в [14] анализируются связи между компетенциями и учебными дисциплинами. Авторы данной статьи позиционируют декомпозицию компетенций как ключевой момент в предлагаемой технологичной процедуре диагностики результатов освоения компетенций в информационной среде обучения.

Наличие полного перечня измеряемых дисциплинарных индикаторов достижения компетенций систематизирует работу преподавателя по подготовке диагностических заданий, позволяя равномерно покрыть все дисциплинарные индикаторы тестовыми заданиями компетентностного формата различной сложности.

На этапе подготовки заданий их сложность можно оценить только экспертным способом и выразить в назначенных за задание баллах, но пока этого достаточно.

На данном этапе решается также вопрос выбора технологий и программных средств для тестирования достижения индикаторов компетенций. Для оценки достижения многих из индикаторов умений и навыков ИТ-специалистов явно недостаточно тестов, состоящих из вопросов регламентированных типов, которые предоставляют системы электронного обучения универсального назначения. Эти вопросы далее будут рассмотрены подробнее.

Отдельный вопрос – определение процедуры тестирования, времени и места тестирования. Например, для оценки знаний, по мнению авторов, хорошим вариантом является короткий диагностический тест в электронной форме в начале каждой лабораторной работы.

Конечным результатом всей проделанной работы является фонд оценочных средств (ФОС) дисциплины, который, согласно приказу Минобрнауки [15], должен быть подготовлен для всех дисциплин учебного плана.

Принимая во внимание изложенное выше, представим укрупнённую инфологическую модель процесса подготовки банка диагностических заданий, покрывающих все дисциплинарные индикаторы достижения компетенций (рис. 1).

В модели используются два вида информационных объектов – исходные данные (стандарты, документы Минобрнауки и другие материалы) и информационные компоненты, которые формируются по ходу процесса в последовательности, показанной на рис. 1. Отметим, что перечень дисциплинарных индикаторов компетенций, без которого невозможно сформировать качественные диагностические



Рис. 1. Укрупнённая инфологическая модель формирования банка диагностических заданий дисциплины

Fig. 1. Enlarged infological model of the formation of a bank of diagnostic tasks of the discipline

задания, имеет самостоятельную ценность и может быть использован также для уточнения содержания учебных дисциплин.

Подготовленный в соответствии с представленной моделью банк диагностических заданий нуждается в постоянной поддержке и неизбежных изменениях. Они начинаются с момента получения первых результатов диагностического тестирования. По этим результатам уже можно вычислить параметры качества, характеризующие надёжность диагностического тестирования. Их анализ позволяет внести корректировки в банк диагностических заданий. Можно пред-

ложить пошаговый алгоритм корректировки теста (рис. 2), выполнение которого не отнимет у преподавателя много времени, но позволит ощутимо улучшить качество диагностического тестового материала.

Используемые для анализа статистические характеристики тестовых вопросов, очевидно, можно автоматически получить в большинстве систем электронного обучения. Например, в Moodle оценка трудности вопроса для испытуемых может быть выполнена по индексу лёгкости, который определяет долю студентов, сумевших ответить на вопрос, а дифференцирующая способность определяется параметрами «индекс

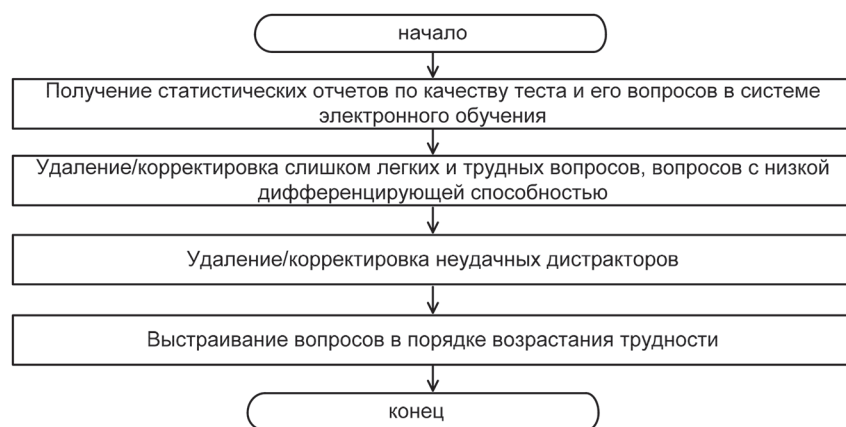


Рис. 2. Алгоритм корректировки теста

Fig. 2. Algorithm for adjusting the test

дискриминации» и «эффективность дискриминации» — данные параметры устанавливают соответствие между трудностью вопроса и подготовленностью испытуемых. Анализ качества дистракторов тестовых вопросов в Moodle выполняется с помощью статистики выбора испытуемыми каждого из дистракторов (её легко получить в виде отчёта).

По мере накопления эмпирического материала корректировка тестовых заданий может повторяться. Кроме того, каждый год требуется пополнение банка новыми заданиями — в соответствии с теми же принципами, которые были рассмотрены выше.

Учитывая крайне динамичный характер развития ИТ, не исключено периодическое уточнение и пополнение перечня дисциплинарных индикаторов достижения компетенций, что потребует соответствующего изменения или пополнения банка заданий.

Реализация предлагаемого способа диагностики результатов освоения компетенций в информационной среде обучения

Реализация процесса диагностики результатов освоения компетенций должна учитывать возможности, предостав-

ляемые информационной средой обучения вуза. Учитывая тот факт, что в Вологодском государственном университете, как и во многих других российских вузах, основой организации электронного обучения является система Moodle, рассмотрим её возможности по управлению процессом диагностики результатов освоения компетенций.

Обычно при подготовке банка заданий в Moodle для систематизации тестов и отдельных вопросов используются категории. Категории, как правило, выстраиваются преподавателями в соответствии с содержанием дисциплины по рабочей программе и обозначаются названиями разделов/тем дисциплины. Возможно выстроить иерархическую структуру категорий.

Однако, систематизация по разделам дисциплины далеко не в точности совпадает с систематизацией по индикаторам достижения компетенций. Междисциплинарный характер компетенций механизм кате-

горий никак не поддерживает.

Тем не менее, для управления процессом диагностики освоения компетенций с учётом их междисциплинарного характера и возможности декомпозиции в Moodle есть удобный инструмент — фреймворк компетенций (Competency Frameworks). Перевод этого понятия вызывает дискуссии, однако его можно считать устоявшимся. Если заполнить и настроить фреймворк компетенций, а затем выполнить описанные далее действия по настройке курсов, а также тестов и заданий этих курсов, появится удобная возможность автоматического отслеживания достижения индикаторов компетенций по результатам прохождения курса студентами. Для доступа к работе с фреймворком компетенций, который находится в разделе Администрирование, необходимо иметь права администратора системы [16].

Фреймворк компетенций позволяет выполнить декомпозицию каждой компетенции в виде дерева, в котором можно определить максимум четыре уровня (первый уровень или корень дерева — обозначение и формулировка компетенции, далее следуют компоненты, полученные при её пошаговой декомпозиции). Имеющихся уровней вполне достаточно, чтобы выполнить декомпозицию компетенции с точностью до её дисциплинарных индикаторов.

Структура дерева компетенций (в терминологии Moodle — таксономия), которая авторам представляется логичной, представлена в таблице 1.

Таблица 1 (Table 1)

Иерархическая структура компетенции Hierarchical structure of competence

Уровень 1	Компетенция (обозначение и формулировка) — корень дерева
Уровень 2	Междисциплинарные индикаторы достижения компетенции (по основной профессиональной образовательной программе)
Уровень 3	Дисциплинарные компоненты по каждому индикатору
Уровень 4	Дисциплинарные (измеряемые) индикаторы компетенции

Выстроенное таким образом дерево необходимо наполнить компетенциями и их индикаторами, позаботившись при этом о настройках автоматического отслеживания достижения всех компонентов компетенции. При добавлении компетенций в фреймворк рекомендуется для всех уровней дерева, кроме последнего, установить автоматическую отметку достижения уровня, если достигнуты все дочерние компоненты (по умолчанию она отключена). В конечном итоге, когда у студента будут освоены уровни 2-4, сама компетенция (уровень 1) для этого студента автоматически будет отмечена как достигнутая.

При создании курсов в Moodle в каждом из них указываются компоненты фреймворка компетенций, которые осваиваются в данном курсе (пункт «Компетенции» в меню «Управление курсом»). Для автоматического отслеживания достижения студентами индикаторов компетенции требуется в настройках каждого учебного курса установить опцию «Включить отслеживание выполнения». Также требуется внимательная настройка каждого элемента «тест» или «задание»:

1) в разделе «Оценка» указать величину проходного балла;

2) в разделе «Выполнение элемента курса» в списке «Отслеживание выполнения» выбрать «Отображать элемент курса как пройденный при выполнении условий» и затем задать условие «Требуется проходной балл»;

3) в разделе «Компетенции» выбрать нужный индикатор компетенции (рекомендуем выбирать один), а в списке «По завершении элемента» выбрать «Компетенция выполнена».

После применения таких настроек преподаватель курса и сами студенты смогут отслеживать достигнутые в этом курсе компетенции.

Самое интересное, что позволяет сделать добавление компетенции во фреймворк компетенций — отслеживать её освоение на междисциплинарном уровне. Для диагностики на междисциплинарном уровне требуется создание в Moodle учебного плана заданного направления подготовки (в терминологии Moodle это шаблон учебного плана), который содержит все компоненты фреймворка компетенций для заданного направления. Затем на основе шаблона автоматически могут быть созданы индивидуальные планы для каждого студента, в которых будет отмечаться индивидуальный прогресс в освоении компонентов компетенций до тех пор, пока каждая из компетенций учебного плана не окажется студентом освоенной. Студент будет видеть в личном кабинете только свой учебный план, а преподаватель, получивший дополнительную роль «Learning plan viewer», сможет просматривать индивидуальные учебные планы тех студентов, которые были назначены при присвоении роли.

Несмотря на описанные выше многочисленные нюансы, на практике воплотить всю описанную последовательность действий не так уж и сложно.

Теперь вернёмся к вопросу диагностирования процесса освоения умений и, особенно, навыков, которые в многочисленных источниках определяются как способность выполнять заданные профессиональные действия, доведённая до автоматизма. Измерение многих умений и навыков ИТ-специалиста стандартными средствами Moodle представляет собой проблему. Для некоторых дисциплин она может быть решена с помощью дополнительных плагинов, находящихся в открытом доступе. Примерами таких плагинов являются *CodeRunner* и *Virtual Programming Lab (VPL)*,

которые позволяют включать в тесты задачи по программированию на нескольких языках с автоматической проверкой правильности их решения. В Вологодском государственном университете для диагностики умений и навыков при изучении профильных ИТ-дисциплин используется междисциплинарный дистанционный практикум собственной разработки, подробно представленный в [17,18], возможности которого превышают возможности открытых плагинов Moodle. Результаты оценивания из практикума могут быть автоматически перенесены в систему Moodle и привязаны к соответствующим компонентам фреймворка компетенций, поэтому его использование не противоречит представленному выше способу реализации диагностики освоения компетенций.

Возможно применение и других сторонних ресурсов при оценке умений и навыков. По индикаторам, относящимся к знаниям, возможностей системы Moodle достаточно.

Результаты эксперимента

Эксперимент проводился на компетентностной модели выпускника направления 09.03.04 Программная инженерия. Информационная образовательная среда реализации предлагаемого способа диагностики освоения компетенций представлена в [19].

В качестве примера компетенции была выбрана одна из наиболее значимых общепрофессиональных компетенций, сформулированных в ФГОС по данному направлению, а именно ОПК-8:

Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий [19].

Декомпозиция индикаторов компетенции ОПК-8 на дисциплинарные компоненты

Decomposition of indicators' competencies (General professional competencies - 8) into disciplinary components

ОПК 8.1 Знает теоретические основы поиска, хранения, обработки и анализа информации	
Базы данных: знания	- Знает модели данных, - знает теорию реляционных баз данных, - знает язык запросов к базам данных SQL, - знает способы поддержки безопасности и целостности базы данных
Исследование операций в информационно-программных системах: знания	- Знает базовые структуры данных, - знает основные алгоритмы, используемые для поиска, обработки и анализа данных, - знает форматы представления результатов работы алгоритмов.
Управление программными проектами: знания	- Знает источники и способы получения информации для планирования и управления программными проектами, - знает методики расчёта трудоемкости и других параметров проекта, - знает формы представления проектной документации.
ОПК 8.2 Умеет применять методы поиска и хранения информации с использованием современных информационных технологий	
Базы данных: умения	- Умеет проектировать и анализировать структуру базы данных, - умеет разрабатывать запросы и программные компоненты для управления данными, - умеет разграничивать доступ пользователей к базе данных, - умеет использовать механизм транзакций при работе с базой данных.
Исследование операций в информационно-программных системах: умения	- Умеет разрабатывать и анализировать алгоритмы обработки данных, - умеет выполнять их реализацию и отладку программного кода.
Управление программными проектами: умения	- Умеет строить модели процессов управления проектами, - умеет формировать иерархическую структуру работ проекта, - умеет строить модели команд, рисков и выполнять расчёты по ним.
ОПК-8.3 Имеет навыки поиска, хранения, обработки и анализа информации с использованием современных информационных технологий.	
Базы данных: навыки	- Владеет навыками создания базы данных, - владеет навыками манипулирования данными, поддержки безопасности и целостности данных, - владеет навыками организации доступа к данным.
Исследование операций в информационно-программных системах: навыки	- Владеет навыками реализации и анализа программного кода для осуществления поиска, обработки и анализа данных, - владеет навыками отладки программного кода для осуществления поиска, обработки и анализа данных.
Управление программными проектами: навыки	- Владеет методиками расчёта трудоемкости и ресурсоемкости программных проектов, - владеет навыками анализа хода выполнения и результатов программного проекта, - владеет навыками представления хода выполнения и результатов программного проекта в табличном и графическом виде.

Индикаторы достижения компетенции из Примерной основной образовательной программы направления «Программная инженерия», которые имеют традиционную структуру «Знания – Умения – Навыки», свойством измеряемости явно не обладают:

ОПК 8.1 Знает теоретические основы поиска, хранения, обработки и анализа информации;

ОПК 8.2 Умеет применять методы поиска и хранения информации с использованием современных информационных технологий;

ОПК-8.3 Имеет навыки поиска, хранения, обработки и анализа информации с использованием современных информационных технологий.

На первом этапе была выполнена декомпозиция каждого индикатора на конкретные измеряемые дисциплинарные компоненты. За освоение ОПК-8 по учебному плану ВоГУ для направления «Программная инженерия» отвечают три дисциплины: «Базы данных», «Исследование операций в программно-информационных системах», «Управление программными проектами», кроме того, учебная и производственные практики и ВКР.

Результаты декомпозиции компетенции на дисциплинарные компоненты представлены в таблице 2. Диагностика результатов практик и ВКР в рамках статьи не рассматривается.

В левом столбце приведены дисциплинарные компоненты компетенции по каждому индикатору, в правом столбце представлен список дисциплинарных индикаторов освоения компетенции ОПК-8. В целях улучшения читаемости индикаторы в правом столбце приводятся в агрегированном виде.

Второй этап эксперимента выполнялся в системе Moodle администратором. В разделе

«Фреймворк компетенций» была сформирована иерархическая структура компетенции в соответствии с таблицей 1, наполнение структуры компонентами компетенции по уровням было выполнено в соответствии с таблицей 2 (то есть первые два уровня — компетенция и её индикаторы, уровень 3 — левый столбец таблицы, уровень 4 — правый столбец). Была выполнена настройка автоматической отметки освоения вышестоящего уровня при освоении всех дочерних компонентов.

Третий, самый трудоёмкий, этап подготовки банка диагностических заданий, выполнялся преподавателями дисциплин. Конечно, за предыдущие годы по каждому курсу уже было подготовлено немалое количество диагностических материалов, но в процессе их систематизации по дисциплинарным индикаторам компетенции было обнаружено довольно неравномерное покрытие индикаторов заданиями и недостаточное ранжирование заданий по сложности. В связи с этим банк заданий был существенно пополнен и систематизирован, отчего он только выиграл.

При работе в Moodle преподаватели выполнили привязку своих учебных курсов к конкретным компонентам фреймворка компетенций, относящихся к их дисциплине, а также установили в настройках курса флажок «автоматическое отслеживание». При создании таких элементов курса, как тест и задание, были выполнены все необходимые действия, описанные в предыдущем разделе статьи.

Наконец, для проверки междисциплинарных возможностей фреймворка компетенций, был создан шаблон учебного плана направления «Программная инженерия», в который добавлены все компоненты компетенции ОПК-8.

Затем на основе этого шаблона были автоматически сформированы индивидуальные планы студентов экспериментальной группы (21 человек).

По завершению всех этапов подготовки банк диагностических заданий стал использоваться в учебном процессе, при этом все настроенные возможности автоматической диагностики освоения компонентов компетенций работали штатно. Первым, согласно учебному плану, прошёл курс «Базы данных», при этом своевременно в индивидуальных планах студентов дисциплинарные компоненты компетенции отмечались как освоенные. Затем одновременно проходили курсы «Исследование операций в программно-информационных системах» и «Управление программными проектами», в которых автоматическое отслеживание процесса достижения компетенций продолжало выполняться. По завершении всех курсов в индивидуальных планах студентов, успешно выполнивших все диагностические задания, у компетенции ОПК-8 был автоматически отмечен статус «Выполнена».

Добавим, что в процессе эксперимента была выполнена небольшая корректировка тестовых вопросов в соответствии с алгоритмом, представленным на рис. 2. Коэффициент надёжности каждого из тестов составляет более 90%, что говорит о приемлемом качестве тестового материала.

Заключение

В ходе исследования был разработан, реализован и апробирован на практике способ диагностики результатов освоения компетенций студентами ИТ-направлений в информационной среде обучения, основанный на декомпозиции компетенций на дисциплинарные компоненты, которые поддаются диагности-

рованию с помощью известных методов педагогических измерений. Результаты эксперимента показали, что для воплощения предложенного способа в образовательной среде, основанной на использовании системы дистанционного обучения Moodle, требуются определённые затраты времени на подготовительном этапе, но они окупаются открывшейся возможностью автоматически отслеживать достижение студентами компетенций по итогам выполнения диагностических заданий. У преподавателей дисциплин появляется удобная возможность отслеживать индивидуальный прогресс студентов по каждому дисциплинарному индикатору, а на междисциплинарном уровне можно видеть результаты освоения компетенций в целом как интегративный результат обучения.

По наблюдениям, реализованный процесс диагностики результатов обучения оказался комфортным и для студентов, у которых появился стимул своевременно выполнять все диагностические задания и отслеживать полученные результаты.

Ещё одним положительным моментом предлагаемого способа является активизация междисциплинарного взаимодействия преподавателей, что позволяет повысить согласованность содержания дисциплин, работающих на общий результат обучения.

Представленные в статье результаты моделирования и реализации диагностики результатов освоения компетенций могут быть адаптированы для диагностики результатов обучения различных направлений подготовки и форм обучения. Продолжение исследования имеет хорошие перспективы для повышения качества диагностических процедур компетентностного формата и эффективности учебного процесса в целом.

Литература

1. Райхлина А.В., Громова М.В., Колесов Р.В. Комплексный подход к внедрению смешанного обучения в высшей школе // Открытое образование. 2022. С. 26(4). С. 55–65.
2. Дементьева А.С. Понятие смешанного обучения, преимущества и некоторые сложности в его реализации // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 3. С. 910–914.
3. Тельнов Ю.Ф., Лебедев С.А., Гаспарян М.С. Проектирование основных профессиональных образовательных программ по направлению подготовки «Прикладная информатика» на основе профессиональных стандартов // В сборнике «Новые информационные технологии в образовании: инновации в экономике и образовании на базе технологических решений IС. Часть 1. Сборник научных трудов 17-ой Международной научно-практической конференции. 2017. С. 20–26.
4. Гаврилов А.В., Куликова С.В., Голкина Г.Е. Повышение уровня подготовки ИТ-специалистов на основе анализа требований рынка труда // Открытое образование. 2019. № 23(6). С. 30–40.
5. Васильева Е.В. Моделирование спроса на квалификацию кадров ИТ-отрасли // Управление. 2017. № 4. С. 34–39.
6. Аванесов В.С. История педагогической теории измерений // Педагогические Измерения. 2012. № 3. С. 3–26.
7. Майоров А. Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. М.: Интеллект центр, 2001. 296 с.
8. Коржик И.А., Протасова И.В., Толстобров А.П. Тестовая система Moodle и качество тестовых заданий // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции. М.: ИНТУИТ. РУ, 2012. С. 187–196.
9. Бершадская М.Д., Серова А.В. Универсальные компетенции: индикаторы, опыт разработки и оценивания [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://knastu.ru/media/files/page_files/teachers/Bershadskaya_UK__indikatoriy_opyt_razrobot.tsenivaniya_Seminar_AKUR_05.2018.pdf. (Дата обращения: 24.06.2023).
10. Василькова Н.А. Нормативно-методические аспекты формирования фондов оценочных средств в модели ФГОС 3++ по направлению высшего образования // Современная высшая школа: инновационный аспект. 2019. Т.11. № 2. С. 62–77.
11. Казакова Е.И., Тарханова И.Ю. Оценка универсальных компетенций студентов при освоении образовательных программ // Ярославский педагогический вестник. 2018. № 5. С. 127–135.
12. Полянский А.М., Смирнова Е.А. Проектирование рабочей программы дисциплины на основе элементов компетенций // Открытое образование. 2018. № 22(3). С. 35–51.
13. Овчинников А.А., Гитман М.Б., Гитман Е.К. Алгоритм создания автоматизированной информационной системы оценивания уровня сформированности компетенций студента вуза // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3. С. 300–304.
14. Шафоростова Е.Н., Валова А.А. Проектирование компетентностной модели выпускника как средство оценки качества обучения // Открытое образование. 2019. № 23(5). С. 54–63.
15. Приказ Минобрнауки РФ «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» от 19 декабря 2013 г. № 1367.
16. Открытая обучающая платформа Moodle [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.org>. (Дата обращения: 24.06.2023).
17. Андрианов И.А., Ржеуцкая С.Ю., Харина М.В. Междисциплинарный дистанционный практикум для студентов ИТ-направлений // Открытое образование. 2021. № 2. С. 41–50.
18. Ржеуцкая С.Ю., Ржеуцкий А.В. Алгоритм классификации учебных заданий в дистанционном практикуме по программированию // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2019): материалы десятой международной научно-технической конференции. Вологда: ВоГУ, 2019. С. 217–220.
19. Anatoly Shvetsov, Svetlana Rzhetskaya, Anna Sergushicheva, Alexey Sukonschikov, Igor Andrianov, Dmitry Kochkin. The Architecture of Intelligent Agent-based Educational System for Training Students in a Technical University // V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). (14–17 April 2020, Moscow). Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2020, № 5.
20. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04. Программная инженерия [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304_B_3_17102017.pdf (Дата обращения: 24.06.2023).

References

1. Raykhlin A.V., Gromova M.V., Kolesov R.V. An integrated approach to the implementation of blended learning in higher education. *Otkrytoye obrazovaniye = Open education*. 2022; 26(4): 55-65. (In Russ.)
2. Dement'yeva A.S. The concept of blended learning, advantages and some difficulties in its implementation. *Voprosy ustoychivogo razvitiya obshchestva = Issues of sustainable development of society*. 2022; 3: 910–914. (In Russ.)
3. Tel'nov Yu.F., Lebedev S.A., Gasparian M.S. Designing the main professional educational programs in the direction of training «Applied Informatics» based on professional standards. V sbornike «Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii: innovatsii v ekonomike i obrazovanii na baze tekhnologicheskikh resheniy 1S. Chast' 1. Sbornik nauchnykh trudov 17-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = In the collection «New information technologies in education: innovations in economics and education based on technological solutions 1C. Part 1. Collection of scientific papers of the 17th International Scientific and Practical Conference. 2017; 20-26. (In Russ.)
4. Gavrillov A.V., Kulikova S.V., Golkina G.Ye. Improving the level of training of IT-specialists based on the analysis of labor market requirements. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2019; 23(6): 30-40. (In Russ.)
5. Vasil'yeva Ye.V. Modeling the demand for the qualifications of IT industry personnel. *Upravleniye = Management*. 2017; 4: 34–39. (In Russ.)
6. Avanesov V.S. History of the pedagogical theory of measurements. *Pedagogicheskiye Izmereniya = Pedagogical Measurements*. 2012; 3: 3-26. (In Russ.)
7. Mayorov A.N. *Teoriya i praktika sozdaniya testov dlya sistemy obrazovaniya = Theory and practice of creating tests for the education system*. Moscow: Intellect Center; 2001. 296 p. (In Russ.)
8. Korzhik I.A., Protasova I.V., Tolstobrov A.P. Test system Moodle and the quality of test items. *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye. Sbornik izbrannykh trudov VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Modern information technologies and IT education. Collection of selected works of the VII International Scientific and Practical Conference*. Moscow: INTUIT.RU; 2012: 187-196. (In Russ.)
9. Bershadskaya M.D., Serova A.V. Universal'nyye kompetentsii: indikatory, opyt razrabotki i otsenivaniya = Universal competencies: indicators, development and evaluation experience [Internet]. Available from: https://knastu.ru/media/files/page_files/teachers/Bershadskaya_UK_indikatory_opyt_razrabot.tsenivaniya_Seminar_AKUR_05.2018.pdf. (cited 24.06.2023). (In Russ.)
10. Vasil'kova N.A. Normative and methodological aspects of the formation of funds for appraisal funds in the FSES 3++ model in the direction of higher education. *Sovremennaya vysshaya shkola: innovatsionnyy aspekt = Modern Higher School: Innovative Aspect*. 2019; 11; 2: 62-77. (In Russ.)
11. Kazakova Ye. I., Tarkhanova I. Yu. Evaluation of the universal competencies of students in the development of educational programs. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik = Yaroslavl Pedagogical Bulletin*. 2018; 5: 127-135. (In Russ.)
12. Polyanskiy A.M., Smirnova Ye.A. Designing a discipline work program based on competency elements. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2018; 22(3): 35-51. (In Russ.)
13. Ovchinnikov A.A., Gitman M.B., Gitman Ye.K. Algorithm for creating an automated information system for evaluating the level of formation of a university student's competencies. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti = Technology of textile industry*. 2018; 3: 300-304. (In Russ.)
14. Shaforostova Ye.N., Valova A.A. Designing a graduate's competency model as a means of assessing the quality of education. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2019; 23(5): 54-63. (In Russ.)
15. Prikaz Minobrnauki RF «Ob utverzhdenii Poryadka organizatsii i osushchestvleniya obrazovatel'noy deyatel'nosti po obrazovatel'nyim programmam vysshego obrazovaniya – programmam bakalavriata, programmam spetsialiteta, programmam magistratury» ot 19 dekabrya 2013 g. № 1367 = Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation “On Approval of the Procedure for Organization and Implementation of Educational Activities in Educational Programs of Higher Education – Bachelor's Programs, Specialist's Programs, Master's Programs” dated December 19, 2013 No. 1367. (In Russ.)
16. Otkrytaya obuchayushchaya platforma Moodle = Open learning platform Moodle [Internet]. Available from: <https://moodle.org>. (cited 24.06.2023). (In Russ.)
17. Andrianov I.A., Rzhetskaya S.Yu., Kharina M.V. Interdisciplinary distance workshop for IT students. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2021; 2: 41-50. (In Russ.)
18. Rzhetskaya S.Yu., Rzhetskii A.V. Classification algorithm for training tasks in a remote programming workshop. *Intellektual'no-informatsionnyye tekhnologii i intellektual'nyy biznes (INFOS-2019): materialy desyatoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii = Intelligent Information Technologies and Intelligent Business (INFOS-2019): materials of the tenth international scientific and technical conference*. Vologda: VSU; 2019: 217-220. (In Russ.)
19. Anatoly Shvetsov, Svetlana Rzhetskaya, Anna Sergushicheva, Alexey Sukonschikov, Igor Andrianov, Dmitry Kochkin. The Architecture

of Intelligent Agent-based Educational System for Training Students in a Technical University. V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). (14-17 April 2020, Moscow) = V International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). (14-17 April 2020, Moscow). Moscow: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc; 2020: 5. (In Russ.)

20. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 09.03.04. Programmaya inzheneriya = Federal state educational standard of higher education – bachelor's degree in the field of study 09.03.04. Software Engineering [Internet]. Rezhim dostupa: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090304_B_3_17102017.pdf. (cited 24.06.2023). (In Russ.)

Сведения об авторах

Игорь Александрович Андрианов

К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: igand@mail.ru

Андрей Михайлович Полянский

К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: ampol@yandex.ru

Светлана Юрьевна Ржеуцкая

К.т.н., доцент кафедры автоматизации и вычислительной техники
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: rzeyzki@yandex.ru

Марина Викторовна Харина

Старший преподаватель кафедры английского языка
Вологодский государственный университет,
Вологда, Россия
Эл. почта: marinav-eng@yandex.ru

Information about the authors

Igor A. Andrianov

Cand. Sci. (Technical), Associate professor in the Department of computer science and engineering Vologda State University, Vologda, Russia
E-mail: igand@mail.ru

Andrey M. Polyanskiy

Cand. Sci. (Technical), Associate professor in the Department of computer science and engineering Vologda State University, Vologda, Russia
E-mail: ampol@yandex.ru

Svetlana U. Rzehtskaya

Cand. Sci. (Technical), Associate professor in the Department of computer science and engineering Vologda State University, Vologda, Russia
E-mail: rzeyzki@yandex.ru

Marina V. Kharina

Senior teacher in the English-language Department Vologda State University, Vologda, Russia
E-mail: marinav-eng@yandex.ru