

Список литературы

1. Ahmadi, S., Karari, M., Identification of Nonlinear Systems, Amirkabir University of Technology Press, Collection of articles, 2016.
2. W.A.Docter, C.Georgakis Identification of reduced order Average linear models from nonlinear dynamic simulations, American Control Conference, vol. 5, pp. 3047-3052, June 1997.
3. K. Glover, Perturbation Signals for System Identification, Prentice Hall: New York, pp.2-5. 1993.
4. KJ. Hunt, D. Sarbaro, R. Zbikowski and PJ. Gawthrop, Neural Networks for Control Systems-A Survey, Automatica, vol. 28, pp. 1083- 1112, November 1992.
5. S.A. Billings and L.A. Aguire, Effects of the Sampling Time on the Dynamics and Identification of Nonlinear Model",529 International JOW11al of Bifurcation and Chaos, vol. 5, pp. 1541-1556, December 1995.
6. W. I.Rowen, Simplified Mathematical Representation of Heavy-Duty Gas Turbines, ASME Journal of Engineering for Power, 1983.
7. W.I.Rowen, Simplified Mathematical Representation Of Single Shaft Gas Turbines in Mechanical Drive Service, The International Congress and Exposition, 1992.
8. L.N.Hannet, Afzal Khan, Combustion Turbine Dynamic Model Validation from Tests, IEEE Transaction on Power System, Vol.8, № 1, 1993.
9. Jurado F, Cano A, Use of ARX algorithms for modelling microturbines on the distribution feede", IEE Proc Generat Transm Distribut. 2004.
10. S. k. Yee, J. V. Milanovic, F. M. Hughes, Overview and comparartive analysis of gas turbine, IEEE Transactions of power systems, Vol.23, № 1, February 2008.
11. Y. Zhu, Multivariable system identification for process control, Elsevier, 2001.
12. Hagan, M. T., and Menhaj, M. B. Training feedforward networks with the Marquardt algorithm. IEEE transactions on Neural Networks 5, № 6 (1994): 989-993.
13. Ke-Lin Du, M. N. S. Swamy Neural Networks and Statistical Learning. Springer Science & Business Media; ISBN: 978-1447155706, 2014 edition.
14. Demuth, H.B., Beale, M.H., De Jess, O. and Hagan, M.T. Neural network design, 2014.
15. Dreyfus, G. Neural networks: methodology and applications. Springer Science & Business Media, 2005.

© С. Аббасипаям, Н.В. Мокрова

Ссылка для цитирования:

С. Аббасипаям, Н.В. Мокрова. Использование нейронной сети перцептрона для определения параметров промышленной системы // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 106–111.

УДК 004.91

**МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНАМ УЧЕБНОГО ПЛАНА**

И.В. Аксютинa, В.М. Зарипова, И.Ю. Петрова

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

В статье обоснована необходимость разработки программного обеспечения для контроля распределения компетенций и индикаторов их достижения по дисциплинам учебного плана. Это программное обеспечение и база данных компетенций, индикаторов и результатов обучения должны быть интегрированы с базой учебных планов в 1С Университет. В статье определены правила проверки распределения компетенций и индикаторов по дисциплинам учебного плана. Множество дисциплин учебного плана и множество компетенций и индикаторов представлено в виде двудольного графа, что позволяет алгоритмизировать процесс проверки согласованности распределения компетенций и индикаторов по дисциплинам. Разрабатываемое программное обеспечение позволит осуществлять контроль полноты и качества распределения результатов освоения в каждой ОПОП ВО, реализуемой в вузе, в соответствии с учебным планом.

Ключевые слова: ФГОС ВО 3+, компетенция, учебный план, дисциплина, контроль на согласованность, анализ качества.

**MODEL OF CONTROL OF INTRODUCTION AND DISTRIBUTION OF COMPETENCIES
IN DISCIPLINES OF THE UNIVERSITY CURRICULUM**

I.V. Aksyutina, V.M. Zaripova, I.Yu. Petrova

State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The article substantiates the need to develop software to control the distribution of competencies and indicators of their achievement in the disciplines of the curriculum. This software and the database of competencies, indicators and learning outcomes should be integrated with the information system maintaining the curriculum base (like 1C University). The article defines the rules for checking the distribution of competencies and indicators between disciplines of the curriculum. A set of disciplines and set of competencies and indicators are presented in the form of a bipartite graph, which allows to algorithmize the process of checking the consistency of the distribution of competencies and indicators between disciplines. The developed software will make it possible to control the completeness and quality of the distribution results in each curricula, implemented at the university.

Key words: GEF HE 3 ++, competence, curriculum, discipline, control for consistency, quality analysis.

Введение

В настоящее время по большинству направлений подготовки и специальностям высшего образования утверждены актуализированные Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС 3++). Реализация программ в соответствии с утвержденными ФГОС 3++ стала обязательной начиная с приемной кампании 2019-2020 учебного года [1].

Основной целью разработки актуализированных ФГОС 3++ является формирование у выпускников необходимых профессиональных компетенций в соответствии с профессиональными стандартами [2].

Предполагалось, что параллельно со ФГОС 3++ будут подготовлены и соответствующие примерные основные образовательные программы (ПООП). Однако ряд ФГОС 3++ были утверждены только 2020 г. (например, 380000 Экономика и управление, 20.05.01 Пожарная безопасность, 21.05.01 Прикладная геодезия и др.), по большинству ФГОС 3++ отсутствуют утвержденные ПООП, что существенно осложняет работу российских вузов, особенно в регионах. В этих условиях вузам предстоит решать задачу разработки новых основных профессиональных образовательных программ (ОПОП), в которых должны быть указаны планируемые результаты обучения и сформулированы профессиональные компетенции самостоятельно, на основе собственного опыта вуза и всестороннего анализа потребностей регионального рынка труда. В результате освоения образовательной программы у выпускника должны быть сформированы компетенции, установленные образовательной программой: универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК). Внедрение ФГОС 3++ и контроль качества наполнения ОПОП даёт вузам возможность более точно и оперативно реагировать на запросы рынка труда, конкурировать на российском и международных рынках образовательных услуг [3].

Компетенции и индикаторы достижения компетенций

Учебный план, соответствующий Болонскому процессу, должен обладать ориентацией на результаты обучения, описываемые с помощью компетенций и индикаторов их достижения, а также с учетом трудозатрат обучающихся в зачетных единицах. В соответствии с требованиями Болонского процесса, образовательная программа должна учитывать интересы всех заинтересованных сторон, особенно

работодателей, а также преподавателей, выпускников студентов и абитуриентов.

Работодатели предъявляют к выпускнику ряд требований: умение качественно выполнять определенные профессиональные действия, плодотворно взаимодействовать с другими работниками и клиентами фирмы, повышать собственную квалификацию, творчески относиться к делу, проявлять инициативу и т. д. Чтобы обеспечить формирование всех этих способностей, умений и качеств, а также объективно оценивать их наличие у выпускника, результаты обучения выражают в форме компетенций. Компетенции представляют собой совокупность знаний, умений и навыков (студент должен знать, уметь, владеть), которые для каждой конкретной образовательной программы определяют:

- а) необходимый объем теоретических знаний;
- б) методы применения этих знаний в практической деятельности;
- в) самостоятельный опыт подобного применения (в ходе учебных, производственных и иных практик, лабораторных работ, исследований и т. п.);
- г) комплексные модели профессионального поведения;
- д) социокультурные навыки (сформированную гражданскую позицию, способность к социальной адаптации, продолжению обучения, смене профиля деятельности и т. п.).

Следует отметить, что во ФГОС 3++ разработчики подошли к формулировке компетенций по-новому:

1) унифицированы требования к универсальным компетенциям (УК), которые распределены на категории (группы). До 2020 г. таких категорий было 8, а в стандартах, утвержденных в 2020 г. стало 11. Универсальные компетенции сформулированы одинаково по уровням подготовки на все укрупненные группы направлений подготовки и специальностей (УГНС);

2) попытка унификации требований к общепрофессиональным компетенциям (ОПК) в рамках одной УГНС выдержана не везде. В некоторых УГНС общепрофессиональные компетенции отличаются для разных направлений подготовки и специальностей (например, ФГОС ВО 3++ для 09.03.01 и 09.03.02);

3) профессиональные компетенции (ПК), а также индикаторы достижения компетенций для всех видов компетенций должны были быть приведены в ПООП. Но, так как ПООП до сих пор не утверждены на государственном

уровне, вузы вынуждены самостоятельно разрабатывать перечень профессиональных компетенций (ПК) с учетом профиля или специализации, профессиональных стандартов и универсальных трудовых функций [4].

Таким образом, вузы должны самостоятельно разработать индикаторы достижения профессиональных компетенций (ПК), а в некоторых случаях индикаторы должны быть определены для УК и ОПК. Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных ОПОП. Процесс формирования компетенций выпускника и проверку результатов обучения можно представить схемой, показанной на рис. 1. При разработке ОПОП необходимо внимательно отслеживать линейку декомпозиции каждого результата освоения программы по схеме: «Компетенция – индикаторы ее достижения – распределение компетенций или индикаторов достижения компетенций по элементам учебного плана (УП) – декомпозиция каждого индикатора на результаты обучения по элементам УП – оценочные средства и технологии контроля».

ФГОС 3 ++ допускают формирование каждой компетенции поэтапно за счет набора нескольких дисциплин учебного плана направления или специальности подготовки. Поэтому необходимо рассматривать комплекс нескольких дисциплин, направленных на достижение определенной цели – формирование той или иной компетенции.

Индикаторы компетенций – обобщенные характеристики, уточняющие и раскрывающие формулировку компетенции в виде конкретных требований к демонстрации знаний, умений и навыков выпускником, освоившим данную компетенцию. Индикаторы достижения компетенций должны быть измеряемы с помощью средств, доступных в образовательном процессе [5]. Индикаторы могут быть представлены в виде результатов обучения или в виде конкретных действий, выполняемых выпускником, освоившим данную компетенцию.

Отсутствие перечня формируемых профессиональных компетенций определяет необходимость непрерывного мониторинга потребностей регионального рынка труда, а также консультирования с работодателями по вопросам формирования профессиональных компетенций будущих выпускников.

Как показал анализ проектов ПООП, размещенных на портале Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (<http://fgosvo.ru/fgosvo/146/145/19>) при формировании индикаторов достижения компетенций возможны 2 варианта:

1) индикаторы достижения компетенций сформулированы в виде конкретных действий, выполняемых выпускником, освоившим данную компетенцию (например, проекты ПООП 08.03.01 Строительство или ПООП 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника);

2) индикаторы достижения компетенций сформулированы в виде результатов обучения: знать, уметь, владеть (например, проекты ПООП 09.03.02 Информационные системы и технологии или ПООП 07.03.01 Архитектура).



Рис. 1. Структурная схема процесса формирования компетенций и последовательной декомпозиции результатов освоения программы

Характерным отличием первого варианта является существенно большее количество индикаторов на каждую компетенцию. Разработчикам учебных планов и рабочих программ дисциплин (модулей), практик необходимо декомпозировать все индикаторы достижения компетенций в измеряемые результаты обучения (знать, уметь, владеть) по каждой дисциплине (модулю) и практике.

Во втором случае все индикаторы достижения компетенций уже сформулированы в виде результатов обучения: знать, уметь, владеть и в процессе генерации содержания рабочих программ дисциплин (модулей) и практик они непосредственно распределяются по элементам учебного плана либо декомпозируются в той же форме на локальные результаты обучения по

конкретным дисциплинам (модулям), практикам, государственной итоговой аттестации.

Проверка полноты распределения компетенций по элементам учебного плана

Соотношение между компетенциями, индикаторами достижения и результатами обучения можно представить в виде множества, где каждая n -ая компетенция k_n принадлежит множеству компетенций K , т. е. $k_n \in K$.

Множество компетенций K состоит из трех подмножеств: $K = \{K_{ук}, K_{опк}, K_{пк}\}$ (универсальные компетенции, общепрофессиональные компетенции и профессиональные компетенции). Количество универсальных компетенций обозначим α , количество общепрофессиональных компетенций – β , а количество профессиональных компетенций – γ .

В свою очередь каждая компетенция состоит из нескольких индикаторов ее достижения:

$$k_n = \{I_{1n}, I_{2n}, \dots, I_{mn}\},$$

где m – количество индикаторов для компетенции k_n .

Учебный план состоит из 3-х блоков:

- Блок 1 «дисциплины (модули)» (дисциплины обязательной и вариативной части),
- Блок 2 «практика» (практика обязательная часть и вариативная часть),
- Блок 3 «ГИА».

Компетенции формируются только дисциплинами Блока 1, закрепляются в Блоке 2 и проходят финальную проверку в Блоке 3.

Можно записать полное множество дисциплин учебного плана как $D = \{D_d, D_p, D_{гиа}\}$, причем дисциплины Блока 1 включают два подмножества: $D_d = \{D_{до}, D_{дв}\}$ ($D_{до}$ – дисциплины обязательной части и $D_{дв}$ – дисциплины вариативной части, т.е. дисциплины (модули), формируемые участниками образовательных отношений). Аналогично подмножество «практика» разделяется на две составляющие: практика обязательной части ($D_{пб}$) и практика вариативной части ($D_{пв}$). Тогда все множество дисциплин учебного плана можно представить в виде:

$$D = \{D_{до}, D_{дв}, D_{пб}, D_{пв}, D_{гиа}\}.$$

Правило 1: все множество компетенций данного учебного плана должно быть сформировано всеми дисциплинами Блока 1

Таким образом, можно записать, что каждая компетенция формируется кортежем дисциплин блока 1. Например, компетенция k_n формируется i -ой дисциплиной базовой части $D_{доi}$ и j -ой дисциплиной вариативной части $D_{двj}$

$$k_n = \{D_{доi}, D_{двj}\}. \quad (1)$$

Так как каждая компетенция формируется разным количеством дисциплин, то размерность вектора (кортежа) дисциплин для каждой компетенции разная и может изменяться от 1 до N , где N – количество дисциплин учебного плана.

При формировании компетенций, должны быть учтены еще 3 правила, следующие из ФГОС 3++.

Правило 2: универсальные компетенции могут формироваться любыми дисциплинами Блока 1 учебного плана.

Например, p -ая универсальная компетенция формируется 4-мя дисциплинами: $k_{укp} \in \{D_{до1}, D_{доi-1}, D_{дв3}, D_{двj}\}$, где i, j – идентификаторы компетенций внутри подмножеств дисциплин обязательной и вариативной части.

Правило 3: общепрофессиональные компетенции могут формироваться только дисциплинами обязательной части Блока 1 учебного плана.

Например, q -ая общепрофессиональная компетенция формируется 2-мя дисциплинами подмножества обязательных дисциплин: $k_{опкq} \in \{D_{до2}, D_{доi-1}\}$, где i – идентификатор компетенций внутри подмножества дисциплин обязательной части.

Правило 4: профессиональные компетенции могут формироваться только дисциплинами вариативной части учебного плана.

Например, r -ая профессиональная компетенция формируется тремя дисциплинами подмножества вариативных дисциплин учебного плана: $k_{пкr} \in \{D_{дв1}, D_{дв3}, D_{двj}\}$.

Чтобы нормализовать выражение (1), можно записать, что компетенция k_n формируется кортежем всех дисциплин Блока 1 учебного плана, в котором дисциплины, не участвующие в формировании данной компетенции равны нулю:

$$k_n \in \{D_{до1}, \dots, D_{доi}, \dots, D_{доl}, D_{дв1}, \dots, D_{двj}, \dots, D_{двj}\}, \quad (2)$$

где l – общее количество подмножества обязательных дисциплин Блока 1 учебного плана, а j – общее количество подмножества вариативных дисциплин Блока 1 учебного плана.

Все вышесказанное позволяет представить множества компетенций и дисциплин в виде двудольного графа (рис. 2).

Совокупность результатов обучения по всем дисциплинам (модулям) учебного плана и закрепление этих результатов на практиках должны обеспечить формирование у обучаю-

щихся всех без исключения компетенций, а выпускники должны продемонстрировать результаты освоения ОПОП.

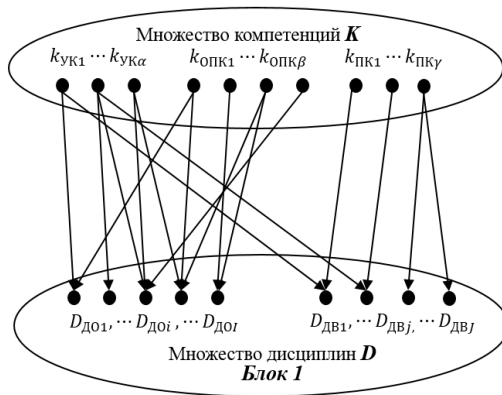


Рис. 2. Двудольный граф множеств компетенций и дисциплин учебного плана

Отсюда логично вытекает **Правило 5:** на практике (Блок 2) закрепляются только компетенции, сформированные дисциплинами, предшествующими практике.

То есть, если верно утверждение, что компетенция k_n формируется дисциплинами

$$k_n \in \{D_{доi}, D_{двj}\}.$$

То верно и утверждение, что эта компетенция закрепляется на практиках, связанных с данными дисциплинами:

$$k_n \in \{D_{п1}, \dots, D_{пr} \dots D_{пr}\},$$

где для любой практики $D_{пr}$ выполняется правило $D_{пr}$ связана хотя бы с одной дисциплиной из множества дисциплин, предшествующих практике.

С целью осуществления контроля полноты и качества распределения результатов освоения ОПОП ВО в соответствии с учебным планом вузу целесообразно разработать и ежегодно актуализировать базу данных по компетенциям, индикаторам их достижения и соответствующим результатам обучения интегрированную с базой учебных планов и программное обеспечение для обработки этой информации.

Автоматизация контроля распределения компетенций и индикаторов по дисциплинам учебных планов

В настоящее время известно несколько комплексных решений автоматизации управления учебным процессом в вузе (например, «Галактика Вуз» [6, 7] или «1С. Университет ПРОФ») [8], комплекс программ автоматизации управления учебным процессом Лаборатории ММИС (г. Шахты) [9].

Однако, в этих программных комплексах не предусмотрены модули формирования учебных планов с учетом контроля правильности распределения компетенций, индикаторов их достижения и результатов обучения. Эта задача становится особенно актуальной при переходе вуза к работе с ФГОС 3++, так как требуется отследить формирование не только каждой компетенции, но и каждого индикатора ее достижения.

Для решения этой задачи необходимо разработать единую базу данных по компетенциям, индикаторам их достижения и соответствующим результатам обучения для всех программ, реализуемых в вузе. Эта база данных должна быть интегрирована с базой учебных планов, которая загружена в автоматизированную ИС управления учебными планами (АИСУУП), например, 1С Университет.

Разрабатываемое программное обеспечение (АИСУК – автоматизированная информационная система управления компетенциями) для обработки информации из этих баз данных предназначено для ведения справочных данных по компетенциям и индикаторам достижения компетенций, а также для распределения и контроля правильности распределения компетенций и индикаторов по дисциплинам учебного плана руководителем ОПОП и учебно-методическим управлением вуза. Функциональная модель операций верхнего уровня этого программного обеспечения показана на рис. 3.

Программное обеспечение АИСУК может быть использовано:

- 1) для ускорения процедуры разработки учебных планов, реализуемых в вузе, в части распределения компетенций и индикаторов их достижения по дисциплинам (модулям) и практикам каждого плана;
- 2) для эффективного анализа качества учебных планов в части достижения заданных результатов обучения.

Заключение

Авторами сформулирована проблема формирования учебных планов с учетом контроля правильности распределения компетенций, индикаторов их достижения и результатов обучения. Показана необходимость разработки единой базы данных по компетенциям, индикаторам их достижения и соответствующим результатам обучения для всех программ, реализуемых в вузе и интеграции этой базы данных с вузовской базой учебных планов. Множества компетенций и индикаторов их достижения, а

также дисциплин учебного плана можно представить в виде двудольного графа, что позволяет алгоритмизировать процессы проверки качества учебных планов в части достижения

заданных результатов обучения. Построена функциональная модель автоматизированной информационной системы управления компетенциями.

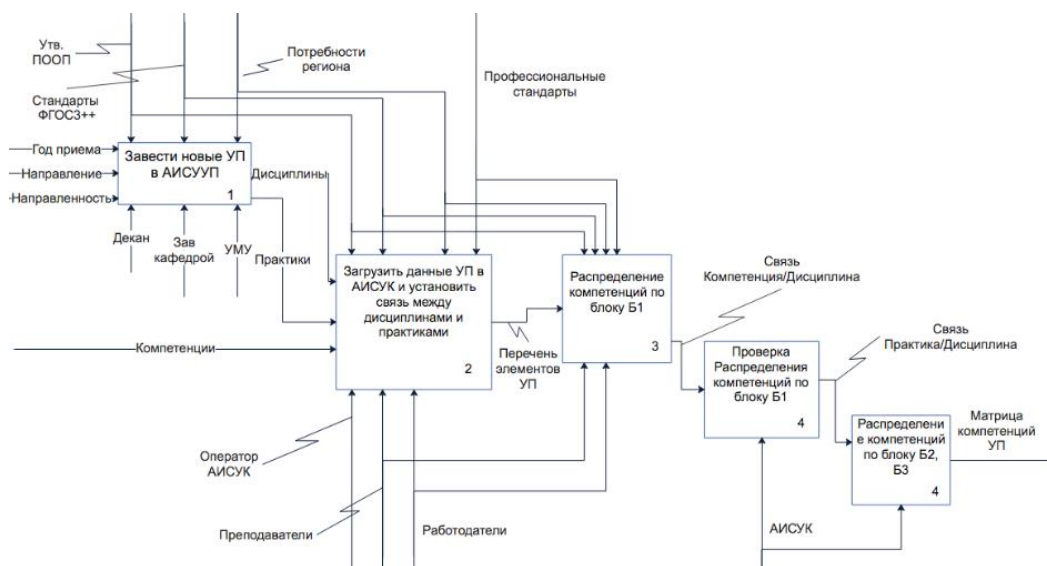


Рис. 3. Функциональная модель операций верхнего уровня (формат IDEF0)

Список литературы

1. Письмо Минобрнауки России от 21.01.2019 № МН-2.1/222 «О применении актуализированных федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования» [Электронный ресурс]. URL: https://rulaws.ru/acts/Pismo-Minobrnauki-Rossii-ot21.01.2019-N-MN-2.1_222/ (дата обращения: 21.09.2019).
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 25.09.2019).
3. Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Мазитов Р.М., Шайхутдинова Н.А. Трансформация системы подготовки специалистов в условиях перехода на ФГОС 3++ // Высшее образование в России, 2019. Т. 25. № 5. С. 104–110.
4. Круглякова Г.В. Подходы к разработке оценочных средств формируемых компетенций на базе стандарта ФГОС 3++ // Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики: материалы XV Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. 2018. С. 83–89.
5. Рекомендации для образовательных организаций по формированию основных профессиональных образовательных программ высшего образования на основе профессиональных стандартов и иных источников, содержащих требования к компетенции работников, в соответствии с актуализированными федеральными государственными образовательными стандартами в условиях отсутствия утвержденных примерных основных образовательных программ. [Электронный ресурс]. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/method/R_RSSP.pdf (дата обращения: 15.10.2019).
6. Решения для высших учебных заведений, URL: https://galaktika.ru/docs/Galaktika_VUZ.pdf (дата обращения: 06.10.2020).
7. Зыкина А.В., Канева О.Н., Крейдунова В.В. Оптимизация системы управления учебным процессом в вузе // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-sistemy-upravleniya-uchebnym-protsessom-v-vuze> (дата обращения: 06.10.2020).
8. Генералов И.Г., Алексеева Л.А. Место «1С: Университет» среди информационных технологий // Вестник НГИЭИ. 2015. №5 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mesto-1s-universitet-sredi-informatsionnyh-tehnologiy> (дата обращения: 06.10.2020).
9. Лаборатория ММИС, Автоматизация управления учебным процессом // URL: <https://www.mmis.ru/>, (дата обращения 01.11.2020).

© И.В. Аксютин, В.М. Зарипова, И.Ю. Петрова

Ссылка для цитирования:

И.В. Аксютин, В.М. Зарипова, И.Ю. Петрова. Модель контроля распределения и освоения компетенций по дисциплинам учебного плана // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 111–116.