

Технология создания многоуровневых межвузовских индикаторов достижения профессиональных компетенций для повышения академической мобильности обучающихся

А. П. Снегуренко, С. С. Зайдуллин, С. В. Новикова*, Н. Л. Валитова, Э. Ш. Кремлева
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, Российская Федерация
420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10
* SVNovikova@kai.ru

Аннотация

В настоящее время с внедрением Болонской системы в отечественную систему образования наблюдается беспрецедентное повышение уровня академической мобильности обучающихся. В связи с этим остро встает проблема оценки имеющихся знаний (компетенций), с которыми обучающийся приходит в новый ВУЗ. Даже в случае, если студент переходит из одного ВУЗа в другой, не меняя направление обучения, в 90% случаев набор изученных им в родном ВУЗе дисциплин существенно различается с таковым у студентов принимающего ВУЗа, чему в немалой степени способствует то, что актуальные федеральные образовательные стандарты задают рамочные компетенции, а не дисциплины. С другой стороны, нередки случаи, когда, несмотря на то, что названия дисциплин различаются, перечень приобретенных знаний и умений пересекается с фактическим содержанием дисциплин в новом ВУЗе. Это создает значительные трудности, как для студента, так и для преподавателей принимающего ВУЗа: студенту приходится передавать предметы, отличающиеся по названию, но одинаковые по содержанию с уже изученными в прежнем ВУЗе; преподавателям же приходится тратить время на прием промежуточной аттестации у таких студентов. В настоящей статье содержатся практические предложения по модификации существующей системы определения компетенций, заключающейся в создании системы межвузовских индикаторов достижения конкретных профессиональных знаний и умений. Такая система позволит определять список недостающих индикаторов для освоения направления образования принимающего ВУЗа.

Ключевые слова: межвузовские индикаторы, многоуровневые компетенции, дерево компетенций, академическая мобильность.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Снегуренко, А. П. Технология создания многоуровневых межвузовских индикаторов достижения профессиональных компетенций для повышения академической мобильности обучающихся / А. П. Снегуренко, С. С. Зайдуллин, С. В. Новикова, Н. Л. Валитова, Э. Ш. Кремлева. – DOI 10.25559/SITITO.17.202101.737 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 165-178.

© Снегуренко А. П., Зайдуллин С. С., Новикова С. В., Валитова Н. Л., Кремлева Э. Ш., 2021



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Multilevel Interuniversity Indicators Technology of Creation for Checking the Professional Competencies Achievement in Order to Increase Students' Academic Mobility

A. P. Snegurenko, S. S. Zaydullin, S. V. Novikova*, N. L. Valitova, E. Sh. Kremleva

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan, Russian Federation
10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation

*SVNovikova@kai.ru

Abstract

Currently, there is an unprecedented increase in the level of academic mobility of students with the introduction of the Bologna system into the Russian education system. In this regard, the problem of assessing the existing knowledge (competencies) with which a student comes to a new university arises. Even if a student moves from one university to another without changing the specialty of study, in 90% of cases the set of disciplines studied by him or her previously differs significantly from the disciplines studied by students of the new university. This is largely facilitated by the fact that the current educational standards of the Russian Federation set competences, not disciplines. On the other hand, there are often cases when the list of acquired knowledge and skills intersects with the actual content of disciplines in a new university, despite the fact that the names of disciplines differ. This creates significant difficulties for both the student and the lecturers. In this weakness, the student has to retake subjects that differ in name, but are the same in content with those already studied in the previous university, and lecturers have to spend time receiving intermediate certification from such students. This article contains practical proposals for modifying the existing system for determining competencies, which consists in creating a system of interuniversity indicators of achieving specific professional knowledge and skills. Such system will make it possible to determine the list of missing indicators for mastering the specialty of education in a new university for the student.

Keywords: interuniversity indicators, multilevel competences, competence tree, academic mobility.

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Snegurenko A.P., Zaydullin S.S., Novikova S.V., Valitova N.L., Kremleva E.Sh. Multilevel Interuniversity Indicators Technology of Creation for Checking the Professional Competencies Achievement in Order to Increase Students' Academic Mobility. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2021; 17(1):165-178. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202101.737>



Проблема «стыковки» учебных планов

Академическая мобильность стала характерной приметой современной высшей школы. Переход студентов из одного ВУЗа в другой, как на национальном, так и на международном уровне, становится обычным явлением. Данная тенденция, безусловно, несет в себе много положительных сторон, повышая конкурентоспособность самих студентов, и обеспечивая динамически меняющиеся потребности современного рынка труда [1-2]. Однако это ставит ряд новых вопросов и задач перед высшей школой, которые не были актуальны ранее, до вступления России в Болонский процесс.

Специалисты высшей школы знают, что одни и те же образовательные программы в разных ВУЗах обеспечиваются порой совершенно различным набором изучаемых дисциплин [3]-[6]. Переводясь из одного ВУЗа в другой, даже на уровне одного региона и в пределах одной специальности, студент должен, как это принято называть, «покрыть разницу в планах» – то есть пересдать те дисциплины в принимающем ВУЗе, которые он не изучал до перевода. При этом содержание дисциплины не имеет значения – если наименование предмета нет в учебном плане ВУЗа-«донора», это автоматически требует от обучающегося пересдать предмет в принимающем ВУЗе. Если же обучающийся кардинально меняет специальность и направление обучения при переводе (например, при переходе на следующую ступень обучения связки «колледж-бакалавриат-магистратура-аспирантура»), это создает дополнительные, часто непреодолимые, трудности.

Даже в пределах одного ВУЗа процесс перехода между родственными специальностями сопряжен с необходимостью пересдачи ряда дисциплин, часто по сути своей идентичных. Приведем характерный пример. КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева является техническим ВУЗом, и готовит инженеров для высокотехнологичных отраслей промышленности и IT-отрасли. В частности, ведётся подготовка по таким образовательным программам, как «Самолетостроение» (направление 24.03.04) и «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин» (направление 01.03.02), чьи учебные планы доступны на сайте университета¹. Согласно реализуемой университетом в течение последних 5 лет идеологии внутриуниверситетской мобильности учебные планы выстроены таким образом, чтобы в течение первых двух лет обучения (1-4 семестры) студенты имели возможность перехода с одного направления подготовки на другое при наличии свободных мест. Оба указанных направ-

ления предполагают мощную математическую подготовку на начальном этапе обучения. Так для направления 24.03.04 – это трехсеместровый курс «Высшая математика», включающий в себя такие разделы, как Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей и математическая статистика и Уравнения математической физики (1-3 семестр, 18 з.е.)². В рамках направления 01.03.02 те же компетенции студенты получают из более широкого набора дисциплин. Отдельно изучаются курсы «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» (1 семестр, 4 з.е.), «Математический анализ I-III» (1-3 семестры, 16 з.е.), «Дифференциальные уравнения» с элементами уравнений математической физики (4 семестр, 5 з.е.), «Теория вероятностей и математическая статистика» (3-4 семестры, 7 з.е.)^{3,4,5,6}.

Даже при поверхностном сравнении математических блоков двух данных направлений можно сделать ряд логичных и понятных любому педагогу выводов:

- несмотря на различные названия, дисциплины охватывают одни и те же разделы, и формируют по сути одни и те же общепрофессиональные компетенции ОПК-1 соответствующих ФГОС ВО, что подтверждается и аналогичностью индикаторов достижения данных компетенций;
- глубина освоения разделов на двух программах, однако, различная, что несложно увидеть из почти двухкратной разницы в количестве отводимых на освоение дисциплины зачётных единиц;
- студенты, желающие перейти от разработки программного обеспечения к конструированию самолётов, практически полностью закрывают математический блок принимающего направления, и не нуждаются в повторной сдаче предмета «Высшая математика». Это объясняется полной стыковкой изучаемого перечня дисциплин математического блока 01.03.02 с перечнем разделов для 24.03.04, при этом количество часов первого направления значительно превосходит второе;
- студенты, меняющие свое направление подготовки с «Авиастроения» на «Прикладную математику и информатику» на первый взгляд также не нуждаются в пересдаче ряда предметов принимающего направления, так как изучали их в составе укрупненного курса «Высшая математика». Однако из-за меньшего количества часов, отводимых на каждый раздел, полное овладение студентом компетенциями в соответствии с программой направления 01.03.02 не очевидно.

¹ Учебный план программы бакалавриата. Направление подготовки 24.03.04 «Авиастроение». Профиль «Самолетостроение». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_УП1_85_2_973180.pdf (дата обращения: 27.02.2021); Учебный план программы бакалавриата. Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Профиль «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019.

² Анисимова И. В., Игнатъев В. Н., Таксеитов Р. Р. Рабочая программа дисциплины Б1.0.07 «Высшая математика». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_РПД_327_78_2_33786.pdf (дата обращения: 27.02.2021).

³ Емалетдинова Л. Ю., Кабирова А. Н. Рабочая программа дисциплины Б1.0.07.01 «Линейная алгебра и аналитическая геометрия». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_РПД_346_106_27_35864.pdf (дата обращения: 27.02.2021).

⁴ Заботин В. И. Рабочая программа дисциплины Б1.0.07.02 «Математический анализ I-III». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_РПД_346_5492_27_35865.pdf (дата обращения: 27.02.2021).

⁵ Нестерова Л. Е. Рабочая программа дисциплины Б1.0.17 «Дифференциальные уравнения». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_РПД_346_28_27_35881.pdf (дата обращения: 27.02.2021).

⁶ Родищева Н. Е., Медведева С. Н. Рабочая программа дисциплины Б1.0.07.03 «Теория вероятностей и математическая статистика». Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://umk.kai.ru/2019_РПД_346_319_27_35866.pdf (дата обращения: 27.02.2021).



Согласно существующей практике, студенты обоих направлений при переводе обязаны досдать полный перечень всех дисциплин с несовпадающими явно названиями. Такой подход требует много дополнительного времени как от студента, так и от преподавателей принимающего направления, что затрудняет и без того сложный период адаптации учащегося к новым требованиям и условиям обучения с одной стороны, и отнимает много рабочего времени у преподавателя с другой. Иногда студент и преподаватель просто договариваются о перезачёте на основе сравнения учебных планов и рабочих программ, как это было показано в примере, но официально это нигде не отражается, и в таком случае часто возникают вопросы этического характера, сомнения в объективности преподавателя и честности студента.

Решением проблемы может стать создание системы многоуровневых индикаторов, отражающих освоение определённых чётко обозначенных профессиональных компетенций. Индикаторы верхнего уровня будут отражать освоение некоторых разделов знаний в целом, с понижением уровней будет производиться уточняющая детализация. Таким образом, для каждой области знания будет построено дерево индикаторов, или компетенций. Каждый изучаемый в рамках образовательной программы курс должен быть снабжен подобным деревом, что позволит при переводе обучающегося сравнить степени освоения компетенций на заданном уровне, и произвести перезачёт в целом по освоенной части учебного плана без привязки к названию конкретной дисциплины. Это существенно упростит процесс перехода студентов между направлениями подготовки как внутри одного ВУЗа, так и при переводе из одного ВУЗа в другой.

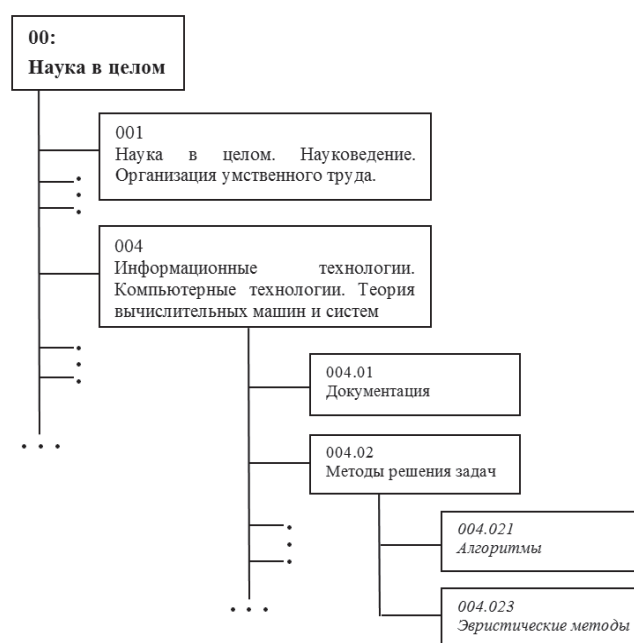
Обзор существующих способов классификации знаний

Таким образом, очевидно, что необходимо создать систему, которая бы позволила без дополнительных проверок знаний оценить, какие именно разделы предметов уже освоил обучающийся в родном ВУЗе (институте, факультете), а какие ему необходимо освоить дополнительно для приведения своих знаний в соответствие учебному плану принимающего ВУЗа. Для этого первоначально необходимо определить, что именно будет являться индикатором такой оценки. Здесь, в отличие от балльно-рейтинговой системы речь не идёт об успешности освоения студентом компетенций, а лишь о самом факте изучения соответствующей учебной темы. Степень же успешности выражается баллом, который студент уже получил за конкретный предмет в своем ВУЗе.

Индикатор, таким образом, имеет бинарный характер типа «освоен / не освоен» конкретный предмет и присваивается, следовательно, самому предмету или его разделу. Однако, как было показано ранее на примере двух программ подготовки КНИТУ-КАИ, то, что в одном учебном плане является отдельным предметом, в другом может являться лишь частью (разделом) предмета с другим названием. Это обстоятельство диктует нам необходимость создания дерева индикаторов, где каждый индикатор верхнего уровня содержит в себе все

знания индикаторов нижнего уровня, описанных с большей степенью конкретизации.

По такому принципу построено, например, дерево-классификатор УДК (Универсальный десятичный классификатор) – система упорядочивания информации, используемая для систематизации произведений науки, литературы, периодической печати, различных видов документов и т.п. Листом (конечной вершиной) такого дерева является узкоспециализированный раздел научных знаний, например 004.023: «Эвристические методы решения задач». Промежуточные узлы дерева содержат в себе обобщающие определения вершин нижних уровней, например упомянутый раздел «Эвристические методы» объединяется с вершиной-листом 004.021 «Алгоритмы» вершиной верхнего уровня 004.02 «Методы решения задач» (Рис. 1).



Р и с. 1. Структура дерева-классификатора системы УДК (фрагмент)
F i g. 1. The structure of the classifier tree of the UDC system (fragment)

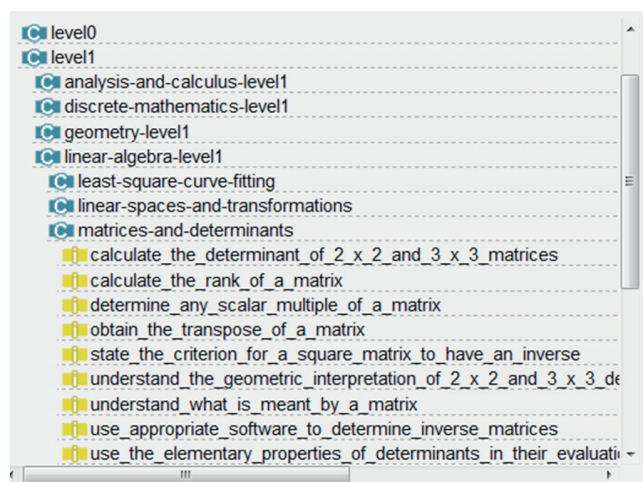
Для решаемой задачи узлы дерева должны содержать определения полученных знаний в рамках изучаемых дисциплин. Система учебных компетенций в России до сих пор развита довольно слабо. Несмотря на многочисленные попытки модернизировать и конкретизировать содержание компетенций для каждой специальности, их описание до сих пор довольно расплывчато и допускает самые различные толкования. Примером служат уже упомянутые компетенции ОПК-1 Авиационной и Прикладной математики и информатики. Также многие компетенции, присутствующие в современных образовательных стандартах России, практически не поддаются адекватной общепризнанной количественной оценке.

В некотором смысле к классификаторам, оценивающим глубину знаний по конкретному направлению, можно отнести профессиональные стандарты, порядок разработки и утвержде-



ния которых определён особыми Правилами⁷. Плюсом данных стандартов следует считать задекларированное их разработчиками максимальное соответствие реальным потребностям рынка труда [7]-[11]. Однако тот факт, что стандарты могут свободно разрабатываться любыми работодателями, как при участии образовательных организаций профессионального образования, так и без них, приводит к отсутствию единой унифицированной схемы классификации, что делает невозможным применение данного подхода к решаемой задаче.

В этом смысле гораздо практичнее, например, стандарт, разработанный Европейской ассоциацией инженерного образования, известный как «стандарт SEFI». Он описывает перечень умений и знаний, которыми должны обладать студенты, изучающие инженерные специальности. SEFI охватывает базовые математические дисциплины, изучаемые в технических ВУ-Зах: линейную алгебру, математический анализ, дискретную математику, теорию вероятностей и некоторые другие [12]-[13]. Стандарт максимально конкретизирован. Для каждой дисциплины приводится перечень обязательных к изучению разделов, а для каждого раздела – перечень необходимых в результате его усвоения навыков. Приведенные навыки группируются по уровню сложности. Всего предполагается четыре различных уровня усвоения – от базового начального (level 0), до максимального (level 3) – Рис. 2.



Р и с. 2. Фрагмент дерева-классификатора согласно стандарту SEFI

Fig. 2. Fragment of a classifier tree according to the SEFI standard

Несмотря на кажущееся соответствие стандарта SEFI поставленной задаче, его нельзя безоговорочно принять в качестве образца для разрабатываемой системы, так как уровни дерева здесь располагаются по принципу сложности знания, а не по разделам и подразделам дисциплины.

Разработка многоуровневой системы индикаторов достижения профессиональных компетенций

Под профессиональными компетенциями в контексте решаемой задачи подразумеваются знания и умения по заданному разделу из описываемой области знаний. Привязка к конкретной дисциплине не допускается. Предлагается следующая структура многоуровневой системы индикаторов, основанная на положениях федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования:

Первый (корневой) уровень классификатора – раздел научного знания согласно Общероссийскому классификатору специальностей по образованию (Классификатор ОК 009-2016)⁸. Например, «Высшая математика».

Второй уровень – классификация обозначенного научного знания по принципу «область знания как дисциплина». К сожалению, опереться на действующие образовательные стандарты невозможно, поэтому данную классификацию предлагается осуществлять согласно образовательному стандарту⁹. Так для Высшей математики стандарт определяет следующие разделы:

- Математический анализ
- Алгебра
- Аналитическая геометрия
- Линейная алгебра и геометрия
- Дискретная математика
- Математическая логика
- Дифференциальные уравнения
- Дифференциальная геометрия
- Разностные уравнения
- Топология
- Функциональный анализ и интегральные уравнения
- Теория функций комплексного переменного
- Уравнения с частными производными (методы математической физики)
- Теория вероятностей
- Математическая статистика
- Теория случайных процессов
- Вариационное исчисление и методы оптимизации
- Методы вычислений (численные методы)
- Теория чисел

Третий уровень предполагает дальнейшую конкретизацию каждого из выделенных разделов. Воспользуемся тем же стандартом¹⁰, где также содержится полный список требований к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы, представляющий собой, по сути, перечень разделов по каждой дисциплине. Также для каждого раздела данный стандарт указывает и подразделы, что позво-

⁷ «О Правилах разработки и утверждения профессиональных стандартов»: утв. постановлением Правительства РФ 22 января 2013 г. № 23 (послед. ред.). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70304190> (дата обращения: 27.02.2021).

⁸ «ОК 009-2016. Общероссийский классификатор специальностей по образованию»: принят и введен в действие приказом Росстандарта от 08 декабря 2016 г. № 2007-ст. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_212200 (дата обращения: 27.02.2021).

⁹ Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 01.01.00. «Математика» (квалификация - математик) / Сост. О. Б. Лупанов, И. М. Лаврентьев. М., 2000.

¹⁰ Там же.



ляет сгенерировать четвёртый, последний (листовой) уровень классифицирующего дерева.

Так, например, дисциплина «Математический анализ» содержит в себе 20 разделов, в том числе

- Теория пределов,
- Непрерывные функции,
- Дифференциалы и производные,
- Неопределенный интеграл,
- Определенный интеграл и другие.

Подразделами раздела Дифференциалы и производные являются:

- дифференцируемость функции в точке;
- производная в точке, дифференциал и их геометрический смысл;
- механический смысл производной;
- правила дифференцирования;
- производные и дифференциалы высших порядков;
- формула Лейбница.

Не все области знаний содержат одно и то же количество вложенных разделов и подразделов. Так, например, для области знаний «Философия» согласно¹¹ будет определено не три, как для математики, а два вложенных уровня дерева: область включает в себя 9 основных дисциплин:

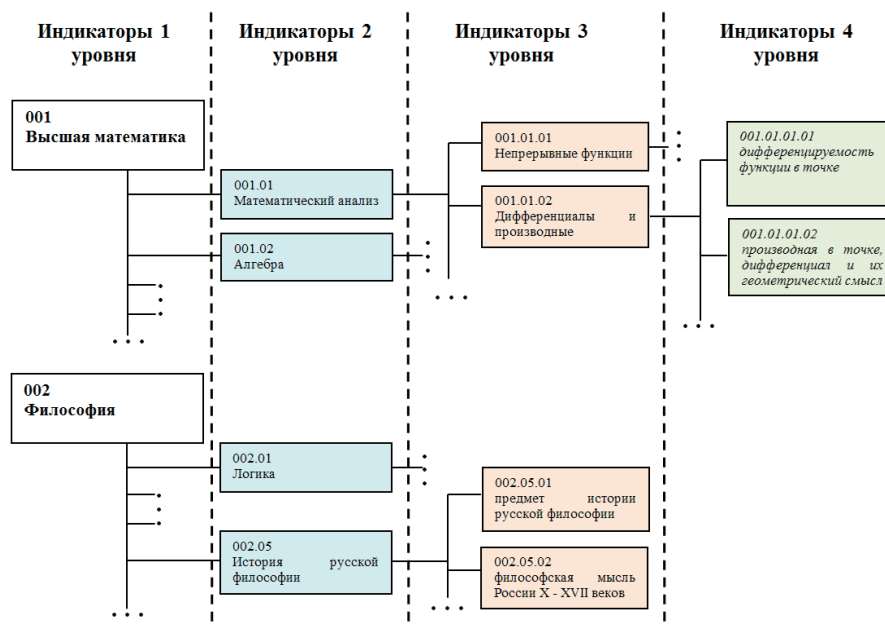
- Логика
- Онтология и теория познания
- Социальная философия
- История зарубежной философии
- История русской философии
- Этика

- Эстетика
- Философия религии
- Философия и методология науки, каждая из которых содержит от 6 до 10 разделов без подразделов. Например, дисциплина «История русской философии» включает шесть следующих разделов:
 - предмет истории русской философии;
 - философская мысль России X - XVII веков;
 - философия эпохи Просвещения в России;
 - основные философские течения XIX века;
 - философия русского зарубежья;
 - русская философия в XX веке.

В этом случае классифицирующее дерево будет иметь три уровня детализации.

Возможна и обратная ситуация, когда число уровней вложенности классификатора для некоторой области знаний окажется больше четырех. По мнению авторов, следует ограничиться максимум четырьмя уровнями, так как при большей детализации практическое использование многоуровневой системы индикаторов станет слишком сложным.

Таким образом, на основании Общероссийского классификатора специальностей по образованию и Государственных образовательных стандартов будет построена многоуровневая система индикаторов достижения профессиональных компетенций в виде классифицирующего дерева. Для удобства практического применения каждому узлу дерева необходимо присвоить индивидуальный код по аналогии с классификацией УДК, что позволит «проследить» преемственность разделов и подразделов знаний (Рис. 3).



Р и с. 3. Примеры возможной организации многоуровневых индикаторов в виде четырех- и трехуровневого дерева

F i g. 3. Examples of organizing multi-level indicators in the form of a four- and three-level tree

¹¹ Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 02.01.00. «Философия» (квалификация - математик) / Сост. А. М. Салецкий. М., 2000.



Способ применения многоуровневых индикаторов для проверки соответствия знаний обучающегося требованиям принимающего ВУЗа

Формирование таблиц индикаторов для последующего сравнения полученных практических компетенций.

Для практического использования предлагаемого подхода

необходимо для каждой изучаемой в составе учебного плана дисциплины определить таблицу индикаторов без привязки к названию самого предмета. Таблица должна содержать номера индикаторов по уровням, определенным в предыдущем разделе. Одним из возможных вариантов структуры таких таблиц может быть, например, следующий (Табл. 1):

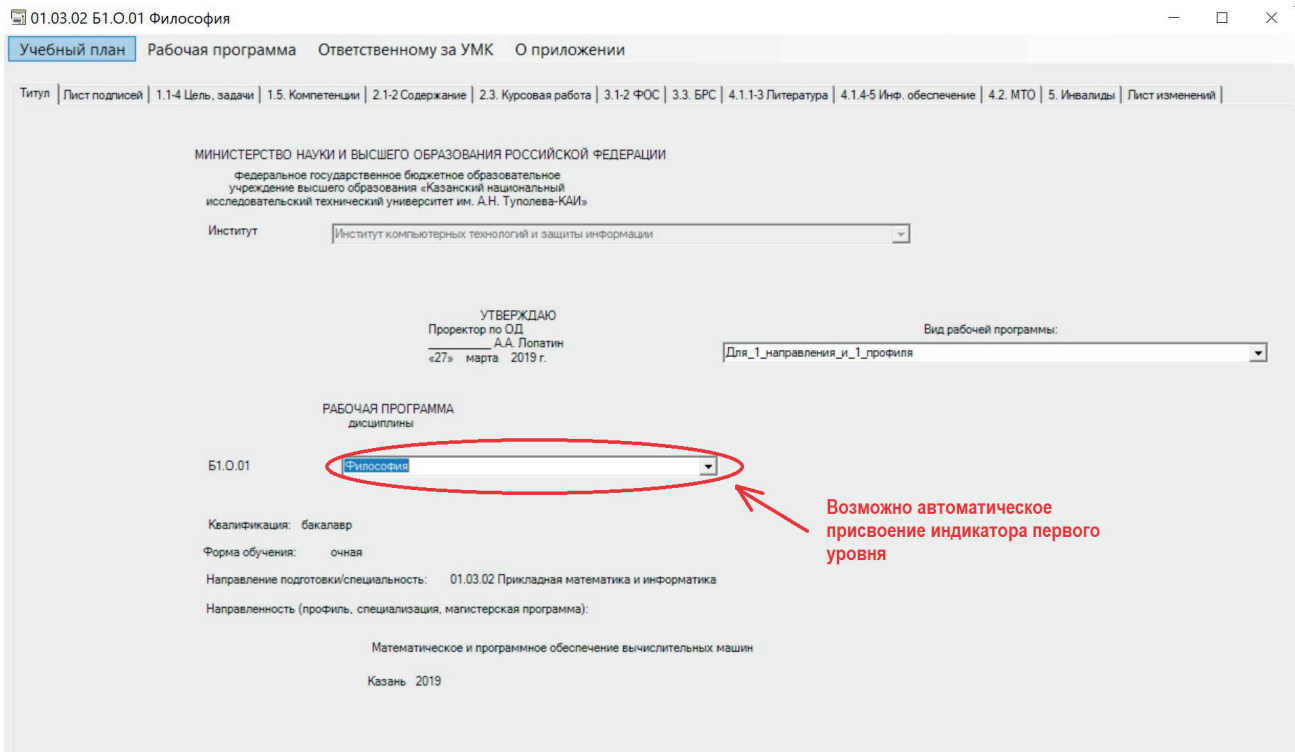
Т а б л и ц а 1. Вариант структуры таблицы индикаторов учебного плана
T a b l e 1. A variant of the structure of the table of indicators of the curriculum

Наименование учебного плана	Набор индикаторов 1 уровня	Набор индикаторов 2 уровня	Набор индикаторов 3 уровня	Набор индикаторов 4 уровня
	Набор кодов индикаторов «1» уровня 1 учебного плана	Набор кодов индикаторов «1.2» уровня 2 для каждого индикатора 1 уровня	Набор кодов индикаторов «1.2.3» уровня 3 для каждого индикатора 2 уровня	Набор кодов индикаторов «1.2.3.4» уровня для каждого индикатора 3 уровня

Подобная структура представляет дерево индикаторов, предложенное в предыдущем разделе, в виде таблицы, и допускает простую программную реализацию. Этот аспект немаловажен, так как в современном ВУЗе вся документация ведётся в электронном виде, и информация хранится в виде баз данных, чаще всего реляционного типа [14]-[18], ориентированных на работу с таблицами, а не графами. Поэтому предлагаемая структура учета индикаторов не потребует глобальных изменений или

модернизаций существующей в ВУЗе системы учёта.

Первоначально индикаторы должны указываться в каждой рабочей программе (РП) дисциплин учебного плана. В КНИТУ-КАИ рабочие программы создаются в полуавтоматическом режиме при помощи специальной программы-генератора рабочих программ. Данный генератор легко может быть дополнен автоматическим включением индикаторов первого, а для некоторых дисциплин и второго уровня (Рис. 4-5):



Р и с 4. Примеры выбора дисциплин в автоматическом генераторе РП с возможностью автоматического определения индикаторов одного уровня
F i g. 4. Examples of the choice of disciplines in an automatic RP generator with the ability to automatically determine indicators of the same level



01.03.02 Б1.О.07.01 Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Учебный план | Рабочая программа | Ответственному за УМК | О приложениях

Титул | Лист подписей | 1.1-4 Цель, задачи | 1.5. Компетенции | 2.1-2 Содержание | 2.3. Курсовая работа | 3.1-2 ФОС | 3.3. БРС | 4.1.1-3 Литература | 4.1.4-5 Инф. обеспечение | 4.2. МТО | 5. Инвалиды | Лист изменений

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Институт:

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД
А.А. Лопатин
«27» марта 2019 г.

Вид рабочей программы:

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА дисциплины

Б1.О.07.01

Квалификация: бакалавр
Форма обучения: очная
Направление подготовки/специальность: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль, специализация, магистерская программа):
Математическое и программное обеспечение вычислительных машин
Казань 2019

Р и с. 5. Примеры выбора дисциплин в автоматическом генераторе РП с возможностью автоматического определения индикаторов двух уровней
F i g. 5. Examples of the choice of disciplines in an automatic RP generator with the ability to automatically determine indicators of two levels

01.03.02 Б1.О.07.01 Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Учебный план | Рабочая программа | Ответственному за УМК | О приложениях

Титул | Лист подписей | 1.1-4 Цель, задачи | 1.5. Компетенции | 2.1-2 Содержание | 2.3. Курсовая работа | 3.1-2 ФОС | 3.3. БРС | 4.1.1-3 Литература | 4.1.4-5 Инф. обеспечение | 4.2. МТО | 5. Инвалиды | Лист изменений

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1 Структура дисциплины (модуля) Семестр:

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Разделы дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Наименование разделов дисциплины (модуля)	Всего (час)	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа (разработка учебного материала), выполнение курсовой работы /проекта, подготовка и ПА,	Содержание
Матрицы и определители	32	8	0	8	16	Классификация матриц, сложение матриц.
?	0	0	0	0	0	?
Итого за семестр:	144	16	0	34	94	
(везде должно быть 0)	112	8	0	26	78	

Для удаления строки нужно выделить ее и нажать кнопку "Delete"

<Нумерация разделов расставляется автоматически при генерации>

Р и с. 6. Вариант формы для добавления конкретизирующих индикаторов 3 и 4 уровней при заполнении содержания дисциплины в генераторе РП
F i g. 6. A variant of the form for adding specifying indicators of 3 and 4 levels when filling out the content of the discipline in the RP generator

Индикаторы более низких уровней можно добавлять вручную при дальнейшем заполнении предлагаемых форм (например,



в виде выпадающего списка) на этапе заполнения содержания РП (Рис. 6).

Сгенерированные рабочие программы сохраняются в виде xml-файлов¹² [19], и затем могут быть подвергнуты специаль-

ной процедуре парсинга [20-21] для извлечения информации об индикаторах, с дальнейшим автоматическим заполнением итоговой таблицы по примеру Таблицы 1. Например, итоговая таблица индикаторов может иметь следующий вид (Табл. 2):

Таблица 2. Вариант окончательного вида таблицы индикаторов (фрагмент)
Table 2. A variant of the final form of the indicator table (fragment)

Наименование учебного плана	Набор индикаторов 1 уровня	Набор индикаторов 2 уровня	Набор индикаторов 3 уровня	Набор индикаторов 4 уровня
	001	001.03	001.03.01	001.03.07.02
001.03.07				
001.04				
001.08		001.08.03	001.08.03.01	001.08.03.02
			001.08.03.07	
...	
002	002.01	002.01.01		
		002.01.07		
	002.03	002.03.02		
		

Процесс проверки соответствия знаний обучающегося требованиям принимающего ВУЗа по таблицам индикаторов.

Итак, при переводе в другой ВУЗ (факультет, направление подготовки) каждый обучающийся будет иметь таблицу индикаторов полученных им в предыдущем месте учебы знаний в соответствии с принятым там учебным планом. В новом ВУЗе данная таблица должна быть сравнена с таблицей индикаторов учебного плана принимающего студента направления. При этом авторами предлагается выбирать уровень сравнения индикаторов по следующему принципу:

- в случае необходимости получения отметки типа «зачтено» в принимающем ВУЗе сравнение производится по индикаторам второго уровня
- в случае необходимости получения отметки типа «зачёт с оценкой» в принимающем ВУЗе сравнение производится по индикаторам третьего уровня
- в случае необходимости получения отметки типа «экзамен» в принимающем ВУЗе сравнение производится по индикаторам самого глубокого уровня для данного индикатора первого уровня.

Отметим, что в каждом ВУЗе принцип выбора уровня сравнения индикаторов может быть определён самостоятельно, исходя из собственной специфики и требований [22-25].

Если при сравнении таблиц по избранному уровню индикаторов коды принимающего ВУЗа совпадают с кодами таблиц ВУЗа-донора, передача не требуется. В противном случае студенту необходимо сдать только те разделы избранных дисциплин, которые соответствуют неохваченным индикаторам.

Пример применения разработанных многоуровневых индикаторов для автоматического перезачёта

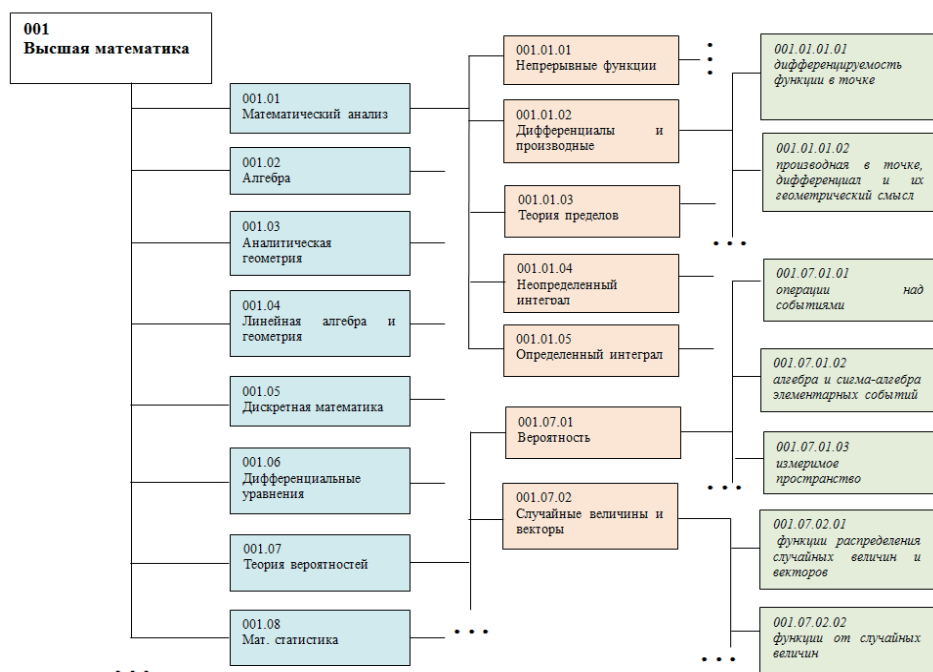
Рассмотрим перевод студента в КНИТУ-КАИ между образовательными программами «Самолетостроение» и «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин». Для простоты ограничимся дисциплинами математического блока, приведёнными выше.

Исходно на специальности «Самолетостроение» студент, напомним, изучал дисциплину «Высшая математика» с разделами: Линейная алгебра и аналитическая геометрия (код 001.04), Математический анализ (код 001.01), Дифференциальные уравнения (код 001.06), Теория вероятностей и математическая статистика (коды 001.07 и 001.08) и Уравнения математической физики (относится к разделу 001.06). Таким образом, определен набор индикаторов второго уровня, характеризующих освоение знаний по разделу. Индикаторы более глубоких уровней определяются исходя из содержания рабочей программы дисциплин. Предположим, в разделе «Математический анализ» изучались непрерывные функции с детализацией подтем, и теория пределов без детализации. В разделе «Теория вероятностей и математическая статистика» изучались темы «Случайные величины и векторы» с детализацией. Тогда можно составить макет таблицы индикаторов:

¹² Kelly S. Making Mistakes with XML [Электронный ресурс] // Developer.com. February 6, 2006. URL: <https://www.developer.com/languages/xml/making-mistakes-with-xml> (дата обращения: 27.02.2021).



Рассмотрим условное присвоение кодов:



Р и с. 7. Вариант присвоения кодов дереву индикаторов раздела «Высшая математика» (фрагмент)

F i g. 7. A variant of assigning codes to the indicator tree of the "Higher Mathematics" section (fragment)

Т а б л и ц а 3. Вариант условной таблицы индикаторов математического блока направления 24.03.04 по результатам анализа дисциплины «Высшая математика»

T a b l e 3. A variant of the conditional table of indicators of the mathematical block of the direction 03.24.04 based on the results of the analysis of the branch of study "Higher Mathematics"

24.03.04-Самолетостроение	Набор индикаторов 1 уровня	Набор индикаторов 2 уровня	Набор индикаторов 3 уровня	Набор индикаторов 4 уровня
	001	001.01	001.01.01	001.01.01.01
	001.04	001.01.03	001.01.03	001.01.01.05
	001.06	-
	001.07	001.07.02	001.07.02	001.07.02.01 001.07.02.02
	001.08

На направлении «Прикладная математика и информатика» студенты изучают отдельные дисциплины: Математический анализ (код 001.01), Линейная алгебра и аналитическая геометрия (код 001.04), Дифференциальные уравнения (код 001.06), Теория вероятностей и математическая статистика (коды 001.07 и 001.08) с детализацией по всем разделам (темам) и подразделам. Составим условную таблицу индикаторов для математического блока данной специальности:

После того, как обе таблицы составлены, принятие решения о необходимости пересдачи либо перезачёта тех или иных разделов или дисциплин принимается следующим образом:

- в случае итоговой аттестации в форме «зачёт» перевод на обе специальности не требует дополнительной проверки знаний, так как перечень индикаторов второго уровня в обеих таблицах идентичен.
- в случае итоговой аттестации в форме «зачёт с оценкой», либо по усмотрению администрации принимающего учебного заведения, дополнительная проверка также не требуется, так как индикаторы третьего уровня также совпадают.
- в случае итоговой аттестации в форме «экзамен» ситуация разнится в зависимости от того с какой на какую специальность переводится студент. В случае перевода с



направления 01.03.02 на направления 24.03.04 передача не требуется, так как все индикаторы 4-го уровня таблицы для 24.03.04 содержатся в таблице индикаторов того же уровня таблицы 01.03.02. В случае же обратного перевода, с направления 24.03.04 на направления 01.03.02, об-

учающийся должен подтвердить знания по разделам дисциплины, индикаторы которых имеют соответственно коды 001.01.01.01, 001.01.01.04, 001.01.03.02, 001.01.03.05, 001.07.02.04.

Т а б л и ц а 4. Вариант условной таблицы индикаторов математического блока направления 01.03.02
T a b l e 4. A variant of the conditional table of indicators of the mathematical block of the direction 01.03.02

01.03.02-Прикладная математика и информатика	Набор индикаторов 1 уровня	Набор индикаторов 2 уровня	Набор индикаторов 3 уровня	Набор индикаторов 4 уровня
	001	001.01	001.01.01	001.01.01
001.01.01.02				
001.01.01.04				
001.01.01.05				
001.01.03.02				
001.01.03.05				
001.04	
001.06	
001.07	001.07.02	001.07.02	001.07.02.01	
			001.07.02.02	
001.08	001.07.02.04	
			...	

Заключение

Предложенная в работе многоуровневая система межвузовских индикаторов позволит существенно упростить процедуру перезачёта предметов для студентов, переводящихся с одного направления подготовки на другое на любом уровне – будь то внутри одного ВУЗа, или между различными ВУЗами РФ. Предложенная методика может быть расширена и на зарубежные высшие учебные заведения. В этом случае в качестве индикаторов достижения определенного уровня знаний следует принять одну из систем данного территориального образования. Так для ВУЗов Европейского Союза такими индикаторами может служить система стандартов Европейской ассоциации инженерного образования SEFI, хотя и не без оговорок.

Применение автоматизированной системы сравнения уровня знаний обучаемого при переходе из одного ВУЗа в другой позволит не только сократить время студента и преподавателей, но и исключить человеческий фактор, пристрастность и субъективность в процессе принятия решений о перезачёте, повысить прозрачность этого процесса.

Всё это в совокупности будет способствовать развитию академической мобильности обучаемых, увеличивая их конкурентоспособность на рынке труда и укрепляя академические межвузовские связи как в России, так и за её пределами.

Список использованных источников

- [1] Lauder, H. Higher education and the labour market: an introduction / H. Lauder, K. Mayhew. – DOI 10.1080/03054985.2019.1699714 // Oxford Review of Education. – 2020. – Vol. 46, issue 1. – Pp. 1-9.
- [2] Зайдуллин, С. С. Концепция международной образовательной среды для обучения IT-специалистов на основе запросов рынка труда / С. С. Зайдуллин, С. В. Новикова // Ученые записки ИСГЗ. – 2016. – Т. 14, № 1. – С. 245-249. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25908188> (дата обращения: 27.02.2021). – Рез. англ.
- [3] Sukhomlin, V. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies / V. Sukhomlin, E. Zubareva. – DOI 10.1007/978-3-030-46895-8_1 // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science; V. Sukhomlin, E. Zubareva (eds.). – Springer, Cham, 2020. – Vol. 1201. – Pp. 3-41.
- [4] Sukhomlin, V. Multiplatform System of Digital Talents Development "Academy of OIT" / V. Sukhomlin, E. Zubareva, D. Namiot. – DOI 10.1007/978-3-030-78273-3_1 // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. Communications in Computer and Information Science; V. Sukhomlin, E. Zubareva (eds.). – Springer, Cham, 2021. – Vol. 1201. – Pp. 3-13.
- [5] Дудаков, С. М. Мониторинг сформированности математических компетенций у студентов IT-специальностей / С. М. Дудаков, И. В. Захарова // Инженерное образование. – 2017. – № 21. – С. 90-95. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29988095> (дата обращения:



- 27.02.2021).
- [6] Karavayeva, Y. V. Adapting the Tuning Programme Profiles to the Need of Russian Higher Education / Y. V. Karavayeva, Y. N. Kovtun. – DOI 10.18543/tjhe-1(1)-2013pp187-202 // Tuning Journal for Higher Education. – 2013. – Vol. 1, issue 1. – Pp. 187-202.
- [7] Gonzales-Dholakia, G. Computing competencies: ensuring student success / G. Gonzales-Dholakia. – DOI 10.1145/947469.947476 // Proceedings of the 31st annual ACM SIGUCCS fall conference (SIGUCCS '03). – Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2003. – Pp. 18-20.
- [8] Global Competencies for Engineering Education: A Comparative Study of Industry and Academic Perspectives / K. Rawboon, A. K. Yamazaki, S. Oda, A. Wongsatanawarid. – DOI 10.1145/3411681.3412949 // Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Innovations (ICIEI 2020). – Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020. – Pp. 66-71.
- [9] Шарипова, О. М. Профессиональные стандарты, цифровизация, модель компетенций: взаимосвязь для достижения стратегических задач / О. М. Шарипова // Экономика и общество. – 2020. – № S1(15). – С. 56-66. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42809992> (дата обращения: 27.02.2021). – Рез. англ.
- [10] Гугина, Е. В. Образовательные стандарты Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского / Е. В. Гугина, О. А. Кузенков // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 3-4. – С. 39-44. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22862964> (дата обращения: 27.02.2021). – Рез. англ.
- [11] Новикова, С. В. Реализация гибкой образовательной траектории IT-специалистов на основе блочного e-learning-подхода / С. В. Новикова, С. С. Зайдуллин // Ученые записки ИСГЗ. – 2016. – Т. 14, № 1. – С. 423-427. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25908220> (дата обращения: 27.02.2021). – Рез. англ.
- [12] Using SEFI framework for modernization of requirements system for mathematical education in Russia / I. V. Zakharova, O. A. Kuzenkov [и др.] // Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 – Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016). – Tampere, Finland, 2016. – URL: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/zakharova-using-sefi-framework-for-modernization-of-requirements-system-for-mathematical-education-155.pdf> (дата обращения: 27.02.2021).
- [13] Кузенков, О. А. Модернизация математических программ на основе российских и международных стандартов / О. А. Кузенков, И. В. Захарова. – DOI 10.25559/SITITO.14.201801.233-244 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2018. – Т. 14, № 1. – С. 233-244.
- [14] Бабич, А. В. Академическая мобильность обучающихся: действующее правовое регулирование и практика его применения / А. В. Бабич, Н. А. Шевелева, И. А. Васильев // Закон. – 2016. – № 11. – С. 50-58. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27389520> (дата обращения: 27.02.2021). – Рез. англ.
- [15] Sakhieva, R. G. The Essential, Objective and Functional Characteristics of the Students' Academic Mobility in Higher Education / R. G. Sakhieva [и др.]. – DOI 10.5539/res.v7n3p335 // Review of European Studies. – 2015. – Vol. 7, issue 3. – Pp. 335-340.
- [16] Sumathi, S. Fundamentals of Relational Database Management Systems / S. Sumathi, S. Esakkirajan. – DOI 10.1007/978-3-540-48399-1 // Studies in Computational Intelligence. – Vol. 47. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.
- [17] Connolly, T. M. Database Systems: A Practical Approach to Design Implementation and Management / T. M. Connolly, C. E. Begg. – 6th ed. – Pearson, 2015.
- [18] Schleicher, A. Developing Twenty-First-Century Skills for Future Jobs and Societies / A. Schleicher. – DOI 10.1007/978-981-15-7018-6_7 // Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs. Education in the Asia-Pacific Region: Issues, Concerns and Prospects; B. Panth, R. Maclean (eds.). – Springer, Singapore, 2020. – Vol. 55. – Pp. 47-55.
- [19] Fennell, P. Extremes of XML / P. Fennell. – DOI 10.14337/xmllondon13.fennell01 // XML London 2013 Conference Proceedings. – University College London, London, United Kingdom, 2013. – Pp. 80-86.
- [20] Grune, D. Parsing as Intersection / D. Grune, C. J. H. Jacobs. – DOI 10.1007/978-0-387-68954-8_13 // Parsing Techniques. Monographs in Computer Science. – Springer, New York, NY, 2008. – Pp. 425-442.
- [21] Tomita, M. Generalized LR Parsing / M. Tomita. – DOI 10.1007/978-1-4615-4034-2. – Springer Science & Business Media, 1991.
- [22] Bedny, A. Modernising educational programmes in ICT based on the Tuning methodology / A. Bedny, L. Erushkina, O. Kuzenkov. – DOI 10.18543/tjhe-1(2)-2014pp387-404 // Tuning Journal for Higher Education. – 2014. – Vol. 1, issue 2. – Pp. 387-404.
- [23] Haas, C. A. Students' trajectories through higher education: a review of quantitative research / C. Haas, A. Hadjar. – DOI 10.1007/s10734-019-00458-5 // Higher Education. – 2020. – Vol. 79, issue 6. – Pp. 1099-1118.
- [24] McKee, S. Implications of Industry 4.0 on Skills Development / S. McKee, D. Gauch. – DOI 10.1007/978-981-15-7018-6_34 // Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs. Education in the Asia-Pacific Region: Issues, Concerns and Prospects; B. Panth, R. Maclean (eds.). – Springer, Singapore, 2020. – Vol. 55. – Pp. 279-288.
- [25] Reale, E. Challenges in higher education research: the use of quantitative tools in comparative analyses / E. Reale. – DOI 10.1007/s10734-013-9680-2 // Higher Education. – 2014. – Vol. 67, issue 4. – Pp. 409-422.

Поступила 27.02.2021; одобрена после рецензирования 20.03.2021; принята к публикации 05.04.2021.



Об авторах:

Снегуренко Александр Павлович, начальник отдела развития международного сотрудничества, доцент кафедры экономики и управления на предприятии, Институт инженерной экономики и предпринимательства, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10), кандидат технических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-5515-3544>, APSnegurenko@kai.ru

Зайдуллин Сергей Сагитович, заведующий кафедрой прикладной математики и информатики, Институт компьютерных технологий и защиты информации, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10), кандидат технических наук, доцент, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8285-9817>, SSZaydullin@kai.ru

Новикова Светлана Владимировна, профессор кафедры прикладной математики и информатики, Институт компьютерных технологий и защиты информации, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10), доктор технических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-8207-1010>, SVNovikova@kai.ru

Валитова Наталья Львовна, доцент кафедры прикладной математики и информатики, Институт компьютерных технологий и защиты информации, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10), кандидат технических наук, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-8408-1885>, NLValitova@kai.ru

Кремлева Эльмира Шамильевна, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики, Институт компьютерных технологий и защиты информации, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (420111, Российская Федерация, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 10), **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0858-0575>, EShKremleva@kai.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Lauder H., Mayhew K. Higher education and the labour market: an introduction. *Oxford Review of Education*. 2020; 46(1):1-9. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1080/03054985.2019.1699714>
- [2] Zaydullin S.S., Novikova S.V. *Kontseptsiya mezhdunarodnoy obrazovatel'noy sredy dlya obucheniya IT-spetsialistov na osnove zaprosov rynka truda* [The concept of international educational environment for learning IT-specialists based on requests of the labour market]. *Uchenye zapiski ISGZ = Scientific notes ISGZ*. 2016; 14(1):245-249. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25908188> (accessed 27.02.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [3] Sukhomlin V., Zubareva E. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies. In: V. Sukhomlin, E. Zubareva (Eds.) *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1201. Springer, Cham; 2020. p. 3-41. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_1
- [4] Sukhomlin V., Zubareva E., Namiot D. Multiplatform System of Digital Talents Development "Academy of OIT". In: V. Sukhomlin, E. Zubareva (Eds.) *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. Communications in Computer and Information Science*, vol. 1204. Springer, Cham; 2021. p. 3-13. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78273-3_1
- [5] Dudakov S.M., Zakharova I.V. Monitoring the formation of mathematical competences in students of IT-specialties. *Engineering education*. 2017; 21:90-95. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29988095> (accessed 27.02.2021). (In Russ.)
- [6] Karavayeva Y.V., Kovtun Y.N. Adapting the Tuning Programme Profiles to the Need of Russian Higher Education. *Tuning Journal for Higher Education*. 2013; 1(1):187-202. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.18543/tjhe-1\(1\)-2013pp187-202](https://doi.org/10.18543/tjhe-1(1)-2013pp187-202)
- [7] Gonzales-Dholakia G. Computing competencies: ensuring student success. *Proceedings of the 31st annual ACM SIGUCCS fall conference (SIGUCCS '03)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2003. p. 18-20. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/947469.947476>
- [8] Rawboon K., Yamazaki A.K., Oda S., Wongsatanawarid A. Global Competencies for Engineering Education: A Comparative Study of Industry and Academic Perspectives. *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Innovations (ICIEI 2020)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2020. p. 66-71. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/3411681.3412949>
- [9] Sharipova O.M. Professional standards, digitalization, competency model: correlation for achievement of strategic goals. *Jekonomika i obshchestvo = Economy and Society*. 2020; (S1):56-66. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42809992> (accessed 27.02.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [10] Gugina E.V., Kuzenkov O.A. Educational standards of the Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. *Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod*. 2014; (3-4):39-44. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22862964> (accessed 27.02.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [11] Novikova S.V., Zaydullin S.S. *Realizatsiya gibkoy obrazovatel'noy trayektorii IT-spetsialistov na osnove blochnogo e-learning-podkhoda* [The implementation of a flexible educational path for IT-specialists on the basis of cluster approach to e-learning]. *Uchenye zapiski ISGZ = Scientific notes ISGZ*. 2016; 14(1):423-427. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25908220> (accessed 27.02.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [12] Zakharova I., Kuzenkov O., Soldatenko I., Yazenin A., Novikova S., Medvedeva S., Chukhnov A. Using SEFI framework for modernization of requirements system for mathematical education in Russia. *Proceedings of the 44th SEFI Annual Conference 2016 – Engineering Education on Top of the World: Industry University Cooperation (SEFI 2016)*. Tam-



- pere, Finland; 2016. Available at: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/09/zakharova-using-sefi-framework-for-modernization-of-requirements-system-for-mathematical-education-155.pdf> (accessed 27.02.2021). (In Eng.)
- [13] Kuzenkov O.A., Zakharova I.V. Mathematical programs modernization based on Russian and international standards. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2018; 14(1):233-244. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.14.201801.233-244>
- [14] Babich A.V., Sheveleva N.A., Vasiliev I.A. Academic mobility: current legal regulation and its practical application. *ZAKON*. 2016; (11):50-58. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27389520> (accessed 27.02.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [15] Sakhieva R.G. et al. The Essential, Objective and Functional Characteristics of the Students' Academic Mobility in Higher Education. *Review of European Studies*. 2015; 7(3):335-340. (In Eng.) DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/res.v7n3p335>
- [16] Sumathi S., Esakkirajan S. Fundamentals of Relational Database Management Systems. *Studies in Computational Intelligence*, vol. 47. Springer, Berlin, Heidelberg; 2007. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-48399-1>
- [17] Connolly T.M., Begg C.E. Database Systems: A Practical Approach to Design Implementation and Management. 6th ed. Pearson; 2015. (In Eng.)
- [18] Schleicher A. Developing Twenty-First-Century Skills for Future Jobs and Societies. In: B. Panth, R. Maclean (Eds.) *Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs. Education in the Asia-Pacific Region: Issues, Concerns and Prospects*, vol. 55. Springer, Singapore; 2020. p. 47-55. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6_7
- [19] Fennell P. Extremes of XML. *XML London 2013 Conference Proceedings*. University College London, London, United Kingdom; 2013. p. 80-86. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.14337/xmlondon13.fennell01>
- [20] Grune D., Jacobs C.J.H. Parsing as Intersection. *Parsing Techniques. Monographs in Computer Science*. Springer, New York, NY; 2008. p. 425-442. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-68954-8_13
- [21] Tomita M. Generalized LR Parsing. Springer Science & Business Media; 1991. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4034-2>
- [22] Bedny A., Erushkina L., Kuzenkov O. Modernising educational programmes in ICT based on the Tuning methodology. *Tuning Journal for Higher Education*. 2014; 1(2):387-404. (In Eng.) DOI: [https://doi.org/10.18543/tjhe-1\(2\)-2014pp387-404](https://doi.org/10.18543/tjhe-1(2)-2014pp387-404)
- [23] Haas C., Hadjar A. Students' trajectories through higher education: a review of quantitative research. *Higher Education*. 2020; 79(6):1099-1118. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00458-5>
- [24] McKee S., Gauch D. Implications of Industry 4.0 on Skills Development. In: B. Panth, R. Maclean (Eds.) *Anticipating and Preparing for Emerging Skills and Jobs. Education in the Asia-Pacific Region: Issues, Concerns and Prospects*, vol. 55. Springer, Singapore; 2020. p. 279-288. (In Eng.) DOI:

https://doi.org/10.1007/978-981-15-7018-6_34

- [25] Reale E. Challenges in higher education research: the use of quantitative tools in comparative analyses. *Higher Education*. 2014; 67(4):409-422. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9680-2>

Submitted 27.02.2021; approved after reviewing 20.03.2021; accepted for publication 05.04.2021.

About the authors:

Alexander P. Snegurenko, Head of the International Office, Associate Professor of the Department for Economics and Company Management, Institute for Economics, Management and Social Technologies, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI (10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-5515-3544>, APSnegurenko@kai.ru

Sergey S. Zayduллин, Head of the Department for Applied Mathematics and Informatics, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI (10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), Associate Professor, **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-8285-9817>, SSZayduллин@kai.ru

Svetlana V. Novikova, Professor of the Department for Applied Mathematics and Informatics, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI (10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation), Dr.Sci. (Technology), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0001-8207-1010>, SVNovikova@kai.ru

Natalia L. Valitova, Associate Professor of the Department for Applied Mathematics and Computer Science, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI (10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0002-8408-1885>, NLValitova@kai.ru

Elmira Sh. Kremleva, Senior Lecturer of the Department for Applied Mathematics and Computer Science, Institute for Computer Technologies and Information Protection, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI (10 K. Marx St., Kazan 420111, Russian Federation), **ORCID**: <http://orcid.org/0000-0003-0858-0575>, EShKremleva@kai.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

