

10. Инструкция по использованию библиотеки. learn.org/0.19/_downloads/scikit-learn-docs.pdf (дата
scikit-learn user guide. Release 0.19.2. URL: https://scikit- обращения 19.04.2018).

N. V. Razmochaeva, D. M. Klionskiy
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

DATA PRESENTATION PROBLEM INVESTIGATION USING CORRELATION ANALYSIS IN RETAIL SALES MANAGEMENT PROCESS AUTOMATION TASK

One side of the problem of retail sales management process automating aspects, namely, the problem of presenting data of a large dimension is considered. The problem is that a large number of characteristics (parameters) are used to describe the data. One of the most popular approaches to reducing the dimension of feature space is correlation analysis are researched. The results of the correlation analysis application for data obtained as a result of the retail process through automated systems (vending machines) are presented. Parameters with strong dependencies were excluded by correlation analysis (in such parameters has a strong linear relationship). According to the calculated correlation correction, it was found that the detected strong linear relationship is not accidental. The results of the correlation analysis are confirmed by constructing a classifier based on an ensemble of decision trees forests. The classifier showed that there are no other strong dependencies in the parameters with a weak correlation connection. The results of the analysis were checked by an expert group (a group of marketing specialists from the retail industry), which confirmed their consistency.

Data presentation, data analysis, data interpretation, correlation analysis, process automation, retail sales, management, machine learning

УДК 37.014

A. И. Алтухов, В. И. Билан, М. А. Чебурков
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского

Методика индивидуального оценивания остаточного уровня обученности по дисциплинам профессионального цикла при подготовке инженерных кадров

Предложена методика индивидуального оценивания остаточного уровня обученности по дисциплинам профессионального цикла при подготовке инженерных кадров. Подготовка инженерных кадров направлена на формирование у обучающихся определенного набора знаний, умений и навыков при изучении ими отдельных дисциплин или цикла дисциплин. Завершающим этапом изучения дисциплины является промежуточная аттестация, в ходе которой проверяется уровень сформированности компетенций дисциплины. Одним из проблемных вопросов, возникающих в ходе образовательного процесса, является снижение уровня обученности в связи с процессом естественного забывания обучающимся полученной информации. В основу предлагаемой методики положен математический аппарат, позволяющий производить расчеты значений уровня обученности в заданный момент времени на основе результатов промежуточной аттестации в зависимости от длительности интервала времени, прошедшего от момента ее проведения. Приведены результаты апробации методики на основе полученных экспериментальных данных. Результаты индивидуального оценивания остаточных знаний коррелируют с теоретическими выкладками. Предлагаемая методика позволяет определять остаточный уровень знаний, умений и навыков обучающихся в любой момент времени на протяжении всего срока обучения.

Подготовка специалистов, уровень обученности, компетенция, задачи по предназначению, дисциплины профессионального цикла, реальные условия выполнения задач

Среди задач, решаемых посредством автоматизированных обучающих систем, особое внимание уделяется контролю уровня обученности обучающихся с целью его оценивания и при необходимости его своевременного восполнения. При завершении изучения дисциплины или цикла

дисциплин считается, что обучающийся усвоил материал с требуемым качеством, что должно подтверждаться результатами промежуточной аттестации [1]–[4]. С другой стороны, с учетом процесса естественного забывания и при условии, что обучающийся не повторяет пройденный материал, со временем уровень полученных знаний, умений и навыков снижается [5], [6]. В силу этого возникает проблемная ситуация, суть которой в следующем. С одной стороны, в силу объективных причин со временем уровень знаний, умений и навыков, полученных по дисциплине (циклу дисциплин), снижается. С другой стороны, для качественного усвоения другой дисциплины, которая, согласно программе обучения, может изучаться, например, в следующем семестре, знания, полученные ранее, могут быть востребованы.

Постановка задачи. Рассмотрим структурную модель связей дисциплин и функциональных обязанностей, выполняемых специалистами на первичных должностях W (рис. 1). Для формирования одной компетенции x_i ($i = \overline{1, I}$), которая может быть: из перечня общекультурных компетенций $x_{I_{OK}}^{OK}$; общепрофессиональных компетенций $x_{I_{OПК}}^{OПК}$; профессиональных компетенций $x_{I_{ПК}}^{ПК}$; профессионально-специализированных компетенций $x_{I_{ПСК}}^{ПСК}$; компетенций, определенных работодателем $x_{I_{ППК-ПК}}^{ППК-ПК}$, может потребоваться изучение нескольких дисциплин x_j ($j = \overline{1, J_{II}}$). Они в свою очередь могут входить в состав: дисциплин гуманитарного, социально-экономического цикла $d_{J_{ГЭС}}^{ГЭС}$; дисциплин математического и естественно-научного цикла $d_{J_{МЕ}}^{МЕ}$; дисциплин профессионального цикла $d_{J_{II}}^{II}$; дисциплин модуля общей подготовки $d_{J_{ОП}}^{ОП}$; дисциплин модуля специальной подготовки $d_{J_{СП}}^{СП}$; дисциплины специализации $d_{J_C}^C$, они могут изучаться как в одном, так и в разных семестрах [7]. При этом временной разрыв может варьироваться от нескольких недель до нескольких месяцев. Кроме того, отдельные компетенции формируются в течение не всего

времени обучения, а только в определенных семестрах. Это обуславливает возникновение временных интервалов, в течение которых отдельные навыки и знания, формирующие эти компетенции, не используются и, как следствие, не поддерживаются и не развиваются. Это приводит к естественному забыванию полученных знаний, ослаблению отдельных навыков и умений. С другой стороны, при решении комплексных задач требуется наличие всего спектра знаний, умений и навыков. Таким образом, задача оценивания уровня знаний, умений и навыков является актуальной.

Требуемый уровень знаний, умений, навыков и личных качеств определяется способностью молодых специалистов решать задачи по предназначению, определенные функциональными обязанностями на первичных должностях. При этом необходимо учитывать не только корректность решения задачи, но и интервал времени, затраченный на ее решение.

В статье рассматривается ситуация, когда решаемую задачу можно представить в виде совокупности отдельных типовых задач. В этом случае можно оценить время, которое потребуются для решения одной задачи. Предположим, что на одну попытку решения задачи всегда затрачивается одинаковый интервал времени t . Если задача решается неправильно, то предоставляется очередная попытка до тех пор, пока задача не будет корректно решена.

В рассматриваемом случае для определения интервала времени T решения задачи, характеризуемого определенным уровнем обученности, используется формула

$$T = tn(O),$$

где t – длительность интервала времени, отводимого на одну попытку решения типовой задачи; $n(O)$ – число попыток, которые используются для решения данной типовой задачи при заданном уровне обученности O .

Предполагается, что число попыток на решение типовой задачи $n(O)$ при заданном уровне обученности – случайная величина, распределенная по геометрическому закону, так как каждая попытка решения задачи считается не зависимой от других:

$$P(n, O) = p(O)q(O)^{n-1},$$

где $p(O)$ – вероятность решения задачи при уровне обученности O ; $q(O)$ – вероятность того, что сотрудник не решит задачу при уровне обученности O , определяемая как $q(O) = 1 - p(O)$.

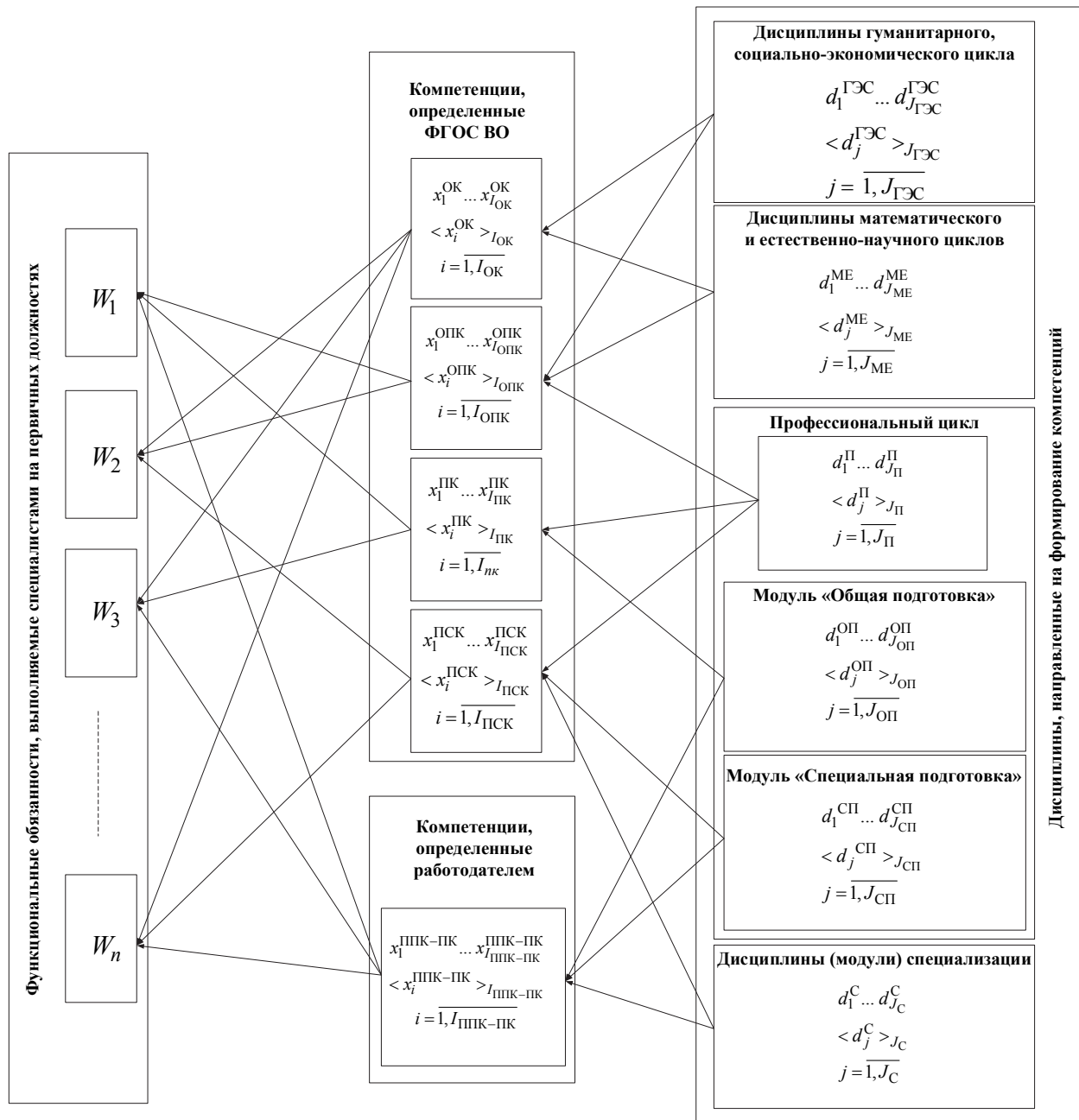


Рис. 1

Математический аппарат для оценивания уровня обученности обучающихся. Одним из вариантов решения задачи поддержания сформированных знаний, умений и навыков у обучающихся на требуемом уровне является постоянный мониторинг остаточного уровня обученности на протяжении всего временного интервала после изучения дисциплины либо цикла дисциплин. Для оценивания остаточного уровня обученности вводится некоторый коэффициент забывания λ .

По результатам известных экспериментов [5] построены зависимости показателя забывания информации от времени: кривая Г. Эббингауза (рис. 2, а); кривая М. Джонса (рис. 2, б).

На представленных кривых выделяются 2 участка. Начальный участок быстрого забывания соответствует экспоненциальному закону. На втором участке скорость забывания снижается и закон, который описывает процесс забывания, стремится к линейному.

В ситуации, если обучающиеся не повторяли пройденный материал, кривая забывания описывается экспоненциальной зависимостью

$$O_0(t) = O_N \exp(-\lambda t), \quad (1)$$

где $O_0(t)$ – уровень обученности обучающегося на момент времени проверки остаточных знаний; O_N – уровень обученности обучающегося на мо-

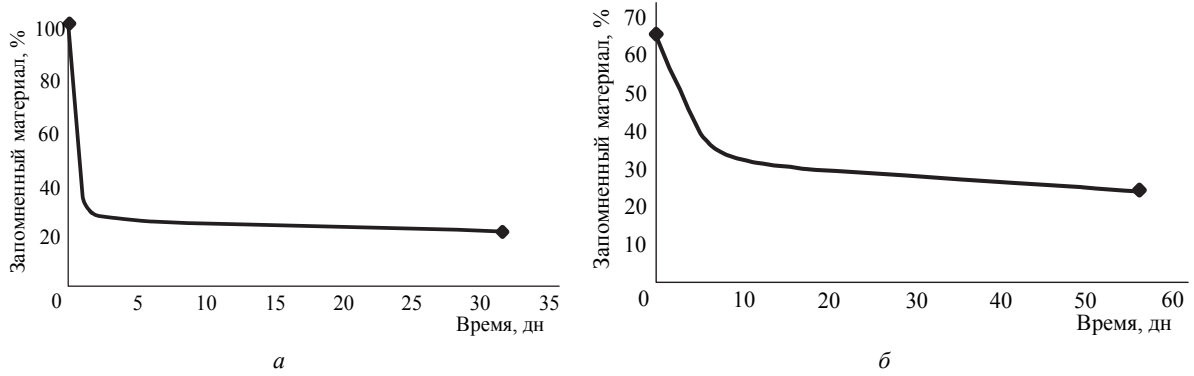


Рис. 2

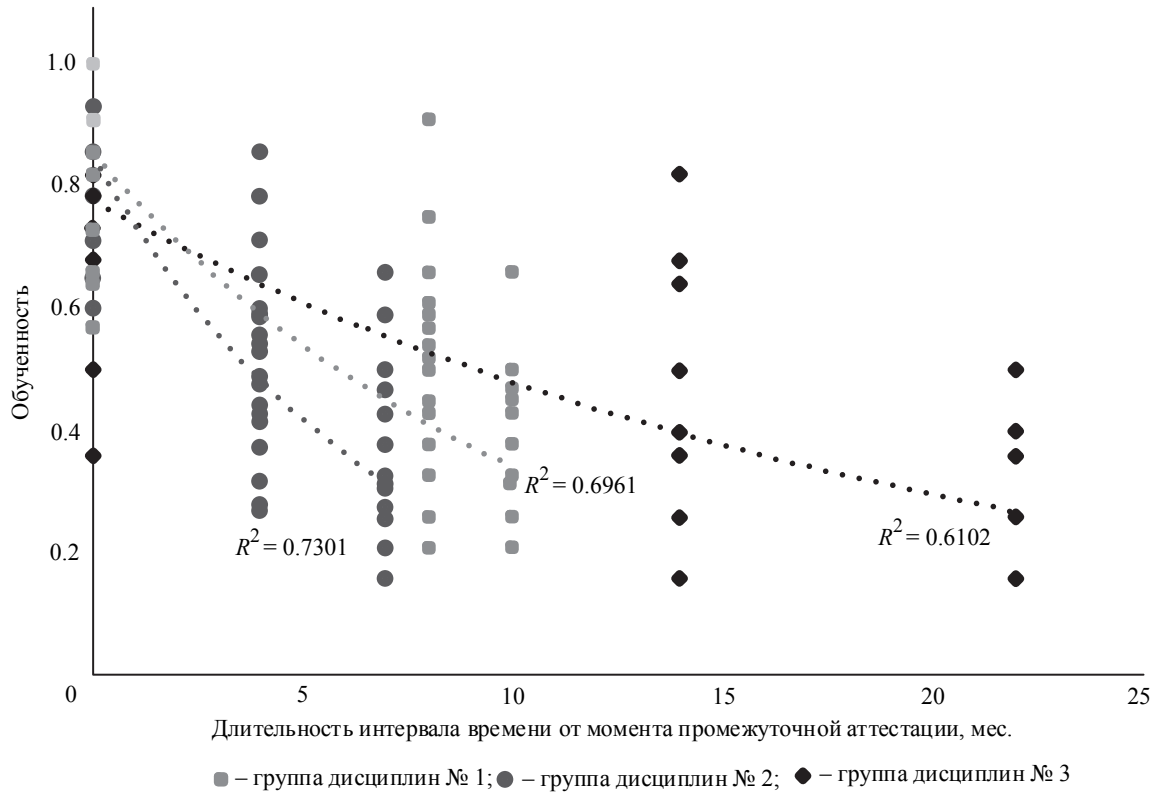


Рис. 3

мент времени проведения текущего контроля; λ – коэффициент забывания, характеризующий изменение уровня обученности; t – интервал времени с момента времени проведения текущего контроля до проверки остаточных знаний.

Для определения значения коэффициента забывания проведен эксперимент по оцениванию уровня обученности и его коррекции. В качестве исходных данных выбраны дисциплины кафедры, изучение которых направленно на формирование у обучающихся определенных компетенций. По этим дисциплинам имеются данные результатов рубежного контроля и промежуточной аттестации. Дисциплины разбиты на 3 группы по соответствующим компетенциям. Уровень обученности по определенной компетенции рассчитывается по формуле (1):

$$O_0 = \frac{x1 + y0.64 + z0.36}{N}, \quad (2)$$

где x, y, z – число оценок «5», «4», «3», полученных обучающимся по итогам сдачи рубежного контроля и промежуточной аттестации по выбранным дисциплинам; N – число дисциплин в группе.

На следующем этапе эксперимента проведено тестирование групп обучающихся для проверки остаточных знаний по выделенным группам дисциплин. Длительность интервала времени от момента времени прохождения рубежного контроля и промежуточной аттестации до момента выполнения теста у каждой группы обучающихся характеризуется индивидуальным значением. На основании полученных результатов с использованием формулы (2) рассчитывается остаточный уровень обученности.

На рис. 3 представлены графики зависимости показателя забывания от времени для трех групп компетенций, построенные по результатам эксперимента. Несложно видеть, что зависимости показателя забывания от времени, построенные на основе результатов тестирования обучаемых, хорошо согласуются с зависимостями Г. Эббингауза (рис. 2). Коэффициент детерминации находится в интервале от 0.61 до 0.73, что свидетельствует о соответствии результатов эксперимента теоретическим положениям. Низкий коэффициент детерминации у третьей группы дисциплин (0.61) объясняется большой длительностью интервала времени до момента определения остаточного уровня обученности. В этом случае зависимость показателя забывания от времени близка к линейной.

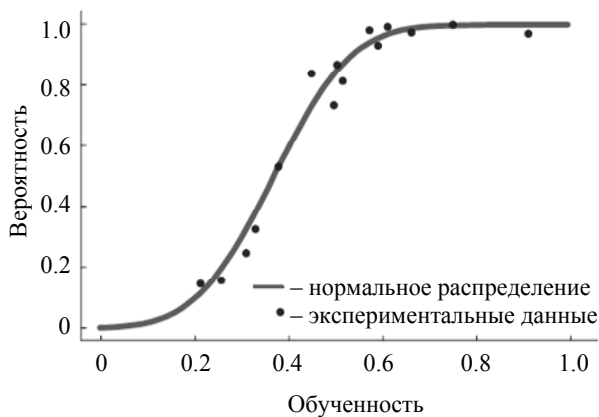


Рис. 4

На основании результатов эксперимента получено среднее значение коэффициента забывания по трем группам дисциплин $\lambda = 0.093$. Снижение уровня обученности в 2 раза происходило в среднем за 8 мес.

На основе результатов эксперимента сформулирована и проверена гипотеза о законе распре-

деления случайной величины – результатов решения типовой задачи по уровням обученности. На рис. 4 представлена функция распределения решения типовой задачи по уровням обученности. Здесь в роли случайной величины выступают результаты решения типовой задачи.

Описание экспериментальных данных получено на основе нормального закона распределения со следующими параметрами: математическое ожидание $M = 0.37$, дисперсия $D = 0.0196$. Нормальное распределение результатов решения типовой задачи обусловлено тем, что исследуемая случайная величина по существу является суммой слабо связанных случайных величин, характеризующих каждого обучающегося.

Из полученных данных о распределении результатов решения типовой задачи по уровням обученности следует, что при уровне обученности не ниже 0.5 обеспечивается вероятность решения задачи с первой попытки 0.8. При этом выполняется условие, что со второй попытки данная задача будет корректно решена.

Предложенная методика позволяет оценивать требуемый уровень знаний, умений и навыков, которым должен обладать обучающийся на любом этапе обучения, и сравнивать их с фактическим уровнем обученности. Тем самым полученные результаты позволяют формировать рекомендации по восстановлению требуемых знаний, умений и навыков до уровня не ниже требуемого на всех этапах подготовки специалистов. Кроме того, заказчик подготовки может определять требуемый уровень знаний, умений и навыков, которым должен обладать молодой специалист, выполняя задачи по предназначению на первичных должностях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция инновационной технологии обучения по дисциплинам профессионального цикла подготовки специалистов в области обработки данных дистанционного зондирования Земли в образовательных учреждениях высшего профессионального образования / Ю. Кулешов, А. И. Алтухов, Н. С. Кужекин, М. А. Сквасников, М. А. Чебурков // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2012. № 636. С. 54–57.

2. Кунтурова Н. Б. Особенности оценивания профессиональных компетенций будущих специалистов в процессе их подготовки в вузе // Науч.-техн. ведомости: Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. № 5 (86). С. 194–198.

3. Булекбаев Д. А., Катранов А. Г., Морозов А. В. Формирование компетенций в курсе математики //

Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2015. № 648. С. 192–201.

4. Алтухов А. И., Головина В. В., Калинин В. Н. Формирование и критерии оценивания общекультурных и профессиональных компетенций в цикле математических и естественно-научных дисциплин // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2014. Вып. 642. С. 210–215.

5. Эббингауз Г. О памяти. Хрестоматия по общей психологии. Психология памяти / под ред. Ю. Б. Гиппенрейтер, В. Я. Романова. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1979. 272 с.

6. Симонов В. П. К вопросу о проверке и оценке знаний учащихся // Сов. педагогика. 1978. № 8. С. 91–96.

7. Григорьев А. Н. Технология подготовки специалистов в области обработки гиперспектральных данных опико-электронных приборов дистанцион-

ного зондирования Земли // Сб. тр. конф. «Оптика и образование-2012» / НИУ ИТМО. СПб., 2012. С. 77-78.

A. I. Altuhov, V. I. Bilan, M. A. Cheburkov
A. F. Mozhaisky Military Space Academy

METHODS OF INDIVIDUAL EVALUATION OF THE RESIDUAL LEVEL OF TRAINING IN THE DISCIPLINES OF THE PROFESSIONAL CYCLE IN THE PREPARATION OF ENGINEERING PERSONNEL

The methods of individual evaluation of the residual level of training in the disciplines of the professional cycle in the preparation of engineering personnel are suggested. The preparation of engineering personnel is aimed at the formation of students a certain set of knowledge and skills while studying separate disciplines or cycle of disciplines. The final stage of the discipline is the intermediate certification, during which the level of formation of competencies of the discipline is checked. One of the problematic issues that arise during the educational process is the reduction of the training level in connection with the process of natural forgetting of the information received by the student. The proposed method is based on the mathematical apparatus, which allows to calculate the values of the level of training at a given time on the basis of the results of the intermediate certification, depending on the length of the time interval elapsed from the moment of its implementation. The results of methods approbation on the basis of the received experimental data are given. The results of individual evaluation of residual knowledge correlate with theoretical calculations. The proposed method allows to determine the residual level of knowledge and skills of students at any time throughout the training period.

Training of specialists, level of training, competence, tasks for purpose, disciplines of the professional cycle, real conditions for performing tasks

УДК 519.7+681.51

Т. Л. Качанова, Б. Ф. Фомин
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Внутрисистемные взаимодействия по модели «подобия» (актуализация)*

В первой части статьи, посвященной теоретическим вопросам внутрисистемных взаимодействий между собственными качествами системы, исследованы структурные инварианты двухчастичных взаимодействий по подобию в условиях неравновесных ограничений и метастабильности. Положения и выводы теории взаимодействий по подобию и псевдоподобию актуализированы во второй части статьи. Все теоретически установленные виды взаимодействий собственных качеств системы, раскрывающие тождественность смыслов механизмов этих качеств, выявлены и подтверждены эмпирически на реальных данных проекта «Социальная напряженность в округах и регионах России». Взаимодействия по подобию вида синхронии, синфазной синхронии, асинхронии и сходства частных аспектов взаимодействия актуализированы и рационально объяснены. Все научно установленные в первой части статьи взаимодействия по псевдоподобию, проявляющие моменты различия в системе, верифицированы в рамках того же проекта. Актуализированы возможные варианты включения модели псевдоподобия в модель третьего участника взаимодействия. Возникающие при этом локальные системные механизмы обратной связи, действующие на центр порядка третьего участника, стали эмпирически подтвержденным научным фактом.

Открытые системы, физика открытых систем, собственные качества систем, модели двухчастичных взаимодействий, взаимодействие по подобию, взаимодействие по псевдоподобию

Двухчастичные внутрисистемные взаимодействия по модели подобия, возникающие между

локальностями системы в условиях неравновесных ограничений и метастабильности, исследованы на уровне онтологического знания, полученного методами физики открытых систем

* Продолжение. Начало в № 7/2019.