



Методика оптимизации численности студентов профессиональных образовательных учреждений

А. И. Бокарев*, Е. С. Денисова, А. М. Добренко, В. С. Сердюк
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,
г. Омск, Россия
* bokarev_ai@mail.ru

Введение. В статье рассматривается проблема выполнения вузами заданий по подготовке специалистов. Ее актуальность определяется наличием тенденций снижения численности студентов по курсам обучения. Авторы анализируют результаты подготовки и выпуска специалистов и определяют цель и задачи исследования. Цель статьи – анализ выявления закономерности в подготовке специалистов и на ее основе разработка методики оптимизации численности студентов по курсам обучения относительно конечного результата.

Материалы и методы. Основным материалом послужили результаты подготовки и выпуска специалистов за период 2012–2017 гг. В статье использованы следующие общенаучные методы: обобщение, сравнительный анализ, синтез и нормативное прогнозирование. Апробирована методика оптимизации численности студентов по курсам обучения относительно установленного конечного результата.

Результаты исследования. Полученные данные показали, что достижение конечного результата прямо зависит от промежуточных результатов; управлять снижением численности студентов до оптимальных значений можно при обеспечении их прогнозирования относительно конечного результата выпуска специалистов. При этом прогнозирование оптимальных промежуточных результатов служит основным звеном для разработки методов управления выполнением вузами заданий по подготовке специалистов. В статье была разработана методика прогнозирования оптимальной численности студентов по курсам обучения относительно конечного результата.

Обсуждение и заключение. Данная проблематика может получить свое дальнейшее развитие в разработке методов управления образовательным процессом по конечному результату. Материалы статьи могут быть полезны постоянному составу учреждений профессионального образования по разработке мероприятий целенаправленного управления образовательным процессом.

Ключевые слова: задание по подготовке специалистов, отсев студентов, тенденции в подготовке специалистов, выпуск специалистов, оптимизация численности студентов

Благодарности: работа выполнена в рамках НИР по теме «Управление качеством профессионального образования на основе новых информационных технологий». Авторы выражают благодарность анонимному рецензенту за ценные комментарии.

Для цитирования: Методика оптимизации численности студентов профессиональных образовательных учреждений / А. И. Бокарев [и др.] // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 4. С. 648–662. DOI: 10.15507/1991-9468.093.022.201804.648-662

© Бокарев А. И., Денисова Е. С., Добренко А. М., Сердюк В. С., 2018



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

Methods for Optimization of Student's Number in Higher Educational Institutions

A. I. Bokarev*, E. S. Denisova, A. M. Dobrenko, V. S. Serdyuk
 Omsk State Technical University, Omsk, Russia,
 * bokarev_ai@mail.ru

Introduction. The article deals with implementation of tasks of specialists' training by universities. The relevance is determined by a dropout trends in training years. The authors analyze the results of the specialists' training and graduation; also they determine the goal and objectives of the research. The study purpose is to identify specialists' training patterns and to develop methods to optimize the students' number in training years according to the final results.

Materials and Methods. Results of training and graduates' number for 2012-2017 comprised material for the study. An approach to provide management of assignment for higher education professionals training has been developed, and it is the students' number optimization methodology in years of study according to the final results. It links initial and final results into one line and predicts intermediate results that ensure fulfillment of graduates' training orders not lower than the established final results. The following general scientific methods are used in the article: compilation, benchmarking, synthesis and normative forecasting.

Results. Optimization methodologies in years of education concerning the final results were tested. The findings showed that the final result directly depends on the intermediate results; the students' number decline can be brought to optimal values if initial and final results are determined and linked with each other.

Discussion and Conclusion. The possibility to bring students' number reduction into line with optimal values is proved theoretically and practically if the forecast of graduation is provided. Thus the forecast of optimal intermediate results is the main link for educational management methods development for specialists' training tasks. It is an area for further research. The contribution to science consists in the development of methods for predicting the optimal number of students in the year regarding to the final result. The article's materials will be useful to the permanent composition of professional educational institutions for the development of measures targeted control in the educational process.

Keywords: assignment on specialists' training, students' drop out, trends in specialists' training, specialists' graduation, optimization of students' number

Acknowledgments: The work was carried out within the research project "Quality management of professional education based on new information technologies". The authors are grateful to the anonymous reviewer.

For citation: Bokarev A.I., Denisova E.S., Dobrenko A.M., Serdyuk V.S. Methods for Optimization of Student's Number in Higher Educational Institutions. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2018; 22(4):648-662. DOI: 10.15507/1991-9468.093.022.201804.648-662

Введение

В соответствии с государственной политикой России в области образования одной из основных задач образовательных учреждений высшего образования (ОУ ВО) является подготовка специалистов для предприятий соответствующих отраслей. С целью ее решения ОУ ВО организуют образовательный процесс, основным результатом которого считается выпуск специалистов¹ [1; 2].

Рассматривая выпуск специалистов как один из результатов деятельности ОУ ВО, следует отметить, что он по

своему содержанию есть не что иное как выполненные государственное задание и задания физических и (или) юридических лиц по подготовке специалистов и определяет степень укомплектованности предприятий специалистами.

Государственное задание по подготовке специалистов формирует Министерство образования и науки РФ и устанавливает, сколько специалистов и с каким качеством следует готовить. При этом оно, как правило, дополняется заданием по подготовке специалистов за счет средств физиче-

¹ Клячко Т. Л. Государственное регулирование численности студентов в вузах. М. : МАКС Пресс, 2006. 220 с.



ских и (или) юридических лиц. В целом полученное ОУ ВО задание по подготовке специалистов должно выполняться в полном объеме как по количеству, так и по качеству выпуска специалистов.

Выпуск специалистов есть один из результатов деятельности ОУ ВО. Следовательно, уровень выпуска специалистов ($УВС_i$), уровень качества выпуска специалистов ($УКВС_i$) и полнота выполнения заданий по подготовке специалистов ($ПВЗ_i$) являются оценочными показателями деятельности ОУ ВО.

Основываясь на результатах выполняемой НИР по теме «Управление качеством профессионального образования на основе новых информационных технологий», необходимо признать, что в ряде случаев уровни выпуска специалистов ниже заданий по их подготовке. Например, уровни выпуска бакалавров и специалистов набора 2012 г. составили соответственно 75 и 64 % относительно заданий по их подготовке. При этом только 61 и 52 % выпускников (соответственно) окончили обучение с оценками «отлично» и «хорошо».

Выявленное несоответствие приводит к снижению укомплектованности предприятий специалистами и свидетельствует о наличии следующих тенденций в деятельности ОУ ВО:

1) уменьшение численности студентов по курсам обучения вследствие отсева студентов;

2) снижение численности студентов с отличными и хорошими оценками в связи с предрасположенностью некоторых студентов к достижению удовлетворительных результатов при обучении.

На наш взгляд, полностью устранить тенденции не представляется возможным, но управлять снижением численности студентов до оптимальных значений следует. Для этого необходимо не только развивать у студентов мотивацию к обучению, но и использовать соответствующие методы управления.

Выявленное расхождение свидетельствует о наличии проблемы в деятельности ОУ ВО. Проблема заключается в повышении результативности управления образовательным процессом по выполнению задания при подготовке специалистов не ниже установленного конечного результата.

Цель статьи заключается в описании разработки методов управления, обеспечивающих выполнение ОУ ВО задания по подготовке специалистов не ниже установленного конечного результата.

Цель исследования обуславливает необходимость решения следующих задач:

1. Разработать методы управления выполнением заданий по подготовке специалистов не ниже установленных конечных результатов как по количеству, так и по качеству подготовки специалистов:

1.1. Установить закономерности снижения численности студентов по курсам обучения как по количеству, так и по качеству подготовки.

1.2. Разработать методику увязки в образовательную траекторию² начального и конечного результатов для прогнозирования оптимальной численности студентов по курсам обучения.

2. Установить целесообразные конечные результаты как по количеству, так и по качеству выпуска специалистов.

3. Разработать метод оценки полноты выполненного задания по подготовке специалистов.

В данной статье, в силу дискуссионности указанных задач, рассматриваются задачи 1.1 и 1.2, решение которых обеспечивает разработку последующих задач. Остальные задачи станут предметом обсуждения в следующих публикациях. При этом решение выбранных задач для наглядного представления результатов соответствует той тенденции, которая их предопределила.

Обзор литературы

В ряде работ отмечается, что необходимость управления результатами образовательного процесса обуслови-

² Под образовательной траекторией понимается маршрут, отражающий результаты подготовки и выпуска специалистов.

вается выполнением государственного задания по подготовке специалистов путем регулирования численности студентов [1; 2].

С проблемой сохранности контингента студентов, вызванной их отсевом и низкой успеваемостью, сталкиваются не только российские, но и зарубежные ОУ ВО. Большинство исследователей (Н. Г. Осипова, А. В. Овчаров, О. В. Шаляпин и др.) изучают проблему через призму таких факторов, как возраст, семейное положение, материальные возможности студентов [3–6], личностные и эмоциональные переменные [4; 7], уровень школьных знаний, мотивация к обучению [5; 8; 9], организационная структура ОУ ВО [10–13], возможность трудоустройства по специальности [1; 14], педагогическая культура и развитие эффективных технологий обучения [15–21] и др. Они сходились в том, что необходимо совершенствовать условия для учебы и развивать у студентов мотивацию к обучению.

Зарубежные исследователи (Ф. Б. Яхья, Ф. Росо-Бас, Л. Паура) утверждают, что отчисление студентов влияет на конкурентоспособность вузов. Отечественные исследователи (О. В. Шаляпин, И. А. Груздев, Е. А. Терентьев, В. Р. Киушкина и др.) отмечают, что отсев приводит к потере государственных средств, выделяемых на обучение. Для самих студентов отсев сопряжен с потерей времени и материальных средств; в условиях конвейерной модели образования, когда преподаватели далеко не единственные источники получения знаний [10], ощущают себя непричастными к проблеме сохранности контингента студентов [11]; преподаватели, поддерживая и сохраняя нормы академической культуры [16], часто придерживаются стандартных форм проведения занятий [22].

Сейчас, когда ОУ ВО перешли от единообразной системы к многопрофильной, качество подготовки специалистов является приоритетной задачей

образовательной политики РФ и других стран [23–25]. В частности, для повышения качества подготовки специалистов предлагаются синергетический подход [16], всесторонний мониторинг оценки и управления качеством [26] и др.

Для разрешения многогранной проблемы выполнения ОУ ВО заданий по подготовке специалистов используются различные приемы и методы: построение статистической модели выбытия студентов [27] и модели с использованием уровней отсева [7], многомерная шкала успеваемости учащихся [28], прогнозирование успеваемости учащихся [29], анализ события отчисления студента [6].

Высоко оценивая результаты, отраженные в вышеназванных работах, необходимо отметить, что в них недостаточно полно рассматривается управление выполнением ОУ ВО задания по подготовке специалистов по конечному результату. В связи с этим необходимо не только развивать у студентов мотивации к обучению, но и использовать соответствующие методы управления.

Материалы и методы

Материалы и методы, используемые при решении задач 1.1 и 1.2, обусловленные тенденцией снижения численности студентов по курсам обучения вследствие отсева. Основным материалом решения задачи 1.1 послужила численность студентов учебных групп по курсам обучения за период 2012–2017 гг.

В исследованных группах процессы снижения численности студентов по курсам обучения в целом близко подобны (отсев студентов на младших курсах максимальный; на старших курсах – снижается и исключается на выпускных курсах). В связи с этим в статье рассматриваются результаты отсева на примере двух учебных групп (табл. 1.1 и 1.2), наиболее точно отражающие общую картину подготовки специалистов.



Таблица 1.1. Результаты отсева студентов бакалавриата по курсам обучения набора 2012 г.

Table 1.1. The results of undergraduate students' dropout against years of study, enrolled in 2012

Уровень образования / The level of education	Задание по подготовке бакалавров, чел. (%) / The assignment for bachelor degree students, in persons (%)	Численность учебных групп по окончании курса обучения, чел. (%) / The number of training groups at the end of the year, people (%)				Итого / Total
		I курс / 1 st year	II курс / 2 nd year	III курс / 3 rd year	IV курс / 4 th year	
Бакалавриат / Bachelor degree	28 (100)	22 (79)	21 (75)	23 (82)	21 (75)	$УВС_1 = 21/28 = 75\%$
		Отсев студентов по окончании курса обучения, чел. (%) / Students' dropout rates at the end of the academic year, people (%)				
		-6 (-21)	-1 (-4)	+2 (+7)	-2 (-7)	0

Таблица 1.2. Результаты отсева студентов специалитета по курсам обучения набора 2012 г.

Table 1.2. The results of 5-year curriculum students' dropout in years of study, enrolled in 2012

Уровень образования / The level of education	Задание по подготовке специалистов, чел. (%) / The assignment for 5-year curriculum graduates, in persons (%)	Численность учебных групп по окончании курса обучения, чел. (%) / The number of classes at the end of the academic year, people (%)					Итого / Total
		I курс / 1 st year	II курс / 2 nd year	III курс / 3 rd year	IV курс / 4 th year	V курс / 5 th year	
Специалитет / 5-year curriculum	33 (100)	22 (66)	22 (66)	21 (64)	21 (64)	21 (64)	$УВС_1 = 21/33 = 64\%$
		Отсев студентов по окончании курса обучения, чел. (%) / Students' dropout rates at the end of the year, people (%)					
		-11 (-33)	0	-1 (-3)	0	0	

Материалом решения задачи 1.2 по увязке в образовательную траекторию начального (N_0) и конечного ($УВС_1$) результатов послужили задания по подготовке специалистов и результаты выпуска специалистов. Для ее решения использовались общенаучные методы: наблюдение, анализ – синтез, обобщение, математическое моделирование (прогнозирование) и интерполирование.

Материалы и методы, используемые при решении задач 1.1 и 1.2, обусловленные тенденцией снижения численности студентов с отличными и хорошими оценками по курсам об-

учения, вследствие предрасположенности ряда студентов к достижению удовлетворительных результатов при обучении. Основным материалом решения задачи 1.1 послужили результаты оценивания студентов учебных групп по курсам обучения за период 2012–2017 гг.

Далее собранный материал был обработан и представлен на примере двух учебных групп в табличной форме (табл. 2.1 и 2.2). Анализ полученных результатов и их графическое представление позволили понять общую картину качества подготовки специалистов, характерную для всей совокупности учебных групп.



Таблица 2.1. Результаты качества подготовки студентов бакалавриата по курсам обучения набора 2012 г.
Table 2.1. The results of undergraduate students' training quality in years of study enrolled in 2012

Численность студентов, окончивших курс обучения с отличными и хорошими оценками, чел. (%) / The number of students who graduated the curriculum with "excellent" or "good" marks								Итого / Total
I курс / 1 st year		II курс / 2 nd year		III курс / 3 rd year		IV курс / 4 th year		
1 се-местр / 1 st term	2 се-местр / 2 nd term	3 се-местр / 3 rd term	4 се-местр / 4 th term	5 се-местр / 5 th term	6 се-местр / 6 th term	7 се-местр / 7 th term	8 се-местр / 8 th term	$UKBC_4 = 17/28 = 61\%$
6 ⁺ (21)	10 ⁺ (36)	18 ⁺ (64)	7 ⁺ (25)	13 ⁺ (46)	19 ⁺ (68)	12 ⁺ (43)	17 ⁺ (61)	
–	8* (29)	–	12* (43)	–	16* (57)	–	17* (61)	

Примечание: задание по подготовке бакалавриата – 28 чел. (100 %).
Note: The assignment for bachelor degree graduates is 28 people (100 %).

Таблица 2.1. Результаты качества подготовки студентов специалитета по курсам обучения набора 2012 г.
Table 2.1. The results of specialist's degree students' training quality in years of study enrolled in 2012

Численность студентов, окончившие курс обучения с отличными и хорошими оценками, чел. (%) / The number of students who graduated the curriculum with "excellent" or "good" marks, people										Итого / Total
I курс / 1 st Year		II курс / 2 nd Year		III курс / 3 rd Year		IV курс / 4 th Year		V курс / 5 th Year		
1 се-местр / 1 st term	2 се-местр / 2 nd term	3 се-местр / 3 rd term	4 се-местр / 4 th term	5 се-местр / 5 th term	6 се-местр / 6 th term	7 се-местр / 7 th term	8 се-местр / 8 th term	9 се-местр / 9 th term	10 се-местр / 10 th term	$UKBC_5 = 17/33 = 52\%$
12 ⁺ (36)	4 ⁺ (12)	12 ⁺ (36)	4 ⁺ (12)	19 ⁺ (58)	13 ⁺ (39)	20 ⁺ (61)	21 ⁺ (64)	18 ⁺ (55)	17 ⁺ (52)	
–	8* (24)	–	8* (24)	–	16* (49)	–	21* (64)	–	17* (52)	

Примечание: задание по подготовке специалистов – 33 чел. (100 %).
Note: The assignment for 5-year curriculum graduates is 33 people (100 %).

Материалом решения задачи 1.2 по увязке в образовательную траекторию начального (N_0) и конечного ($UKBC_5$) результата послужили задания по подготовке специалистов и результаты качества выпуска специалистов. Для ее решения использовались общенаучные методы: наблюдение, анализ – синтез, обобщение, моделирование (прогнозирование) и интерполирование.

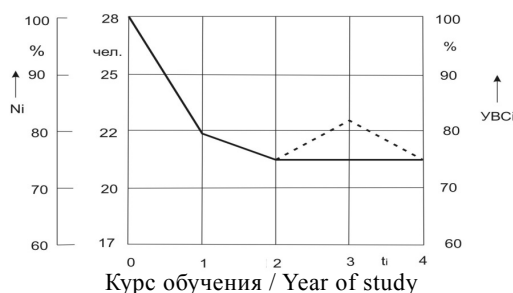
Результаты исследования

Решение задач 1.1 и 1.2, обусловленных тенденцией снижения численности студентов по курсам обучения вследствие

отсева. При решении задачи 1.1 были получены следующие результаты:

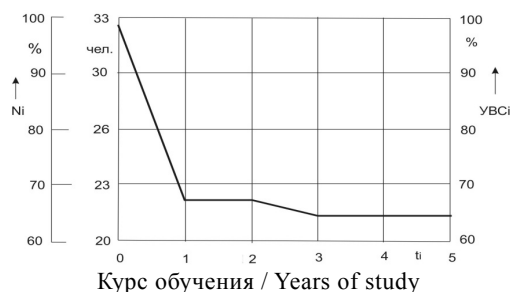
а) количество подготовленных бакалавров и специалистов уменьшилось на 25...36 % относительно заданий (планов) набора студентов на I курс обучения (см. табл. 1.1 и 1.2). Такое положение объясняется тем, что на младших и старших курсах обучения имеет место отсев студентов;

б) графическое представление результатов показывает, что закономерность снижения численности студентов по курсам обучения носит показательный характер (рис. 1.1 и 1.2).



Р и с. 1.1. Закономерность снижения численности студентов бакалавриата по курсам обучения набора 2012 г.

F i g. 1.1. Undergraduate students' number decline pattern in years of study, enrolled in 2012



Р и с. 1.2. Закономерность снижения численности студентов специалитета по курсам обучения набора 2012 г.

F i g. 1.2. 5-year curriculum students number decline pattern in years of study, enrolled in 2012

Закономерность можно описать следующим уравнением:

$$N_i = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_i \cdot K_i}, \quad (1.1)$$

где N_i – численность студентов i -го курса обучения, % (чел.); N_0 – численность студентов I курса обучения, % (чел.); e – число Эйлера, равное 2,7183; λ – параметр показательного распределения, ед.; t_i – курс обучение, ед.; K_i – коэффициент интенсивности изменения численности студентов по курсам обучения, ед.

Установленная закономерность позволяет понять общую картину подготовки специалистов и увязать в образовательную траекторию начальный (N_0) и конечный (VBC_i) результаты образовательного процесса.

Решение задачи 1.2 предопределило разработку методики прогнозирования оптимальной численности студентов по

курсам обучения. Она включает пять этапов и апробирована на данных, представленных в таблице 1.1.

Первый этап – выбор исходных данных. Замысел задачи предопределил следующие исходные данные: N_0 – начальный результат, 100 % (28 чел.); N_4 – конечный результат выпуска бакалавров, 80 % (22 чел.); t_1 – срок обучения, IV курса обучения.

Второй этап – расчет неизвестного λ при $K_i = 1,0$. Для определения λ логарифмируем уравнение (1.1):

$$\ln N_i = \ln N_0 - \lambda \cdot t_i \cdot K_i \cdot \ln e. \quad (1.2)$$

Подстановкой в уравнение (1.2) начального (100 %) и конечного (80 %) результатов вычислим λ при $K_i = 1,0$:

$$\ln 80 = \ln 100 - \lambda \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1, \text{ то } \lambda = 0,056.$$

Третий этап – расчет прогнозируемого снижения численности студентов по курсам обучения N_i при известных значениях N_0 , t_i , λ , и K_i . Последовательной подстановкой в уравнение (1.1) $N_0 = 100$ %; $t_i = 1, 2, 3, 4$; λ и $K_i = 1,0$ вычислим N_1, N_2, N_3 и N_4 .

Рассчитаем N_1 при $N_0 = 100$ %, $\lambda = 0,056$, $t_1 = 1$ и $K_1 = 1,0$:

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1 \cdot K_1} = 100 \cdot e^{-0,056 \cdot 1 \cdot 1} = 100 \cdot 0,946 = 95 \text{ \% (27 чел.)}$$

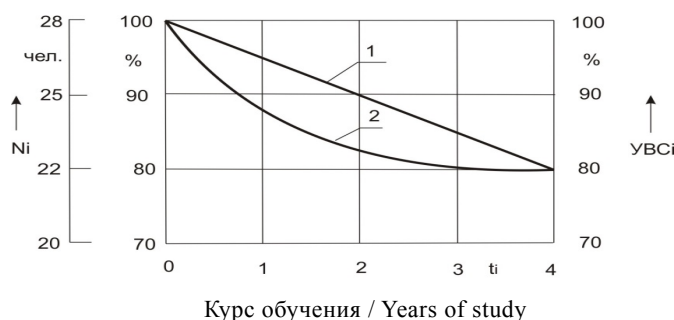
Аналогично: $N_2 = 90$ % (25 чел.); $N_3 = 85$ % (24 чел.); $N_4 = 80$ % (22 чел.).

Результаты (95, 90, 85 и 80 %) представим на графике и точки соединим; получим прямую линию 1 (рис. 1.3), которая не соответствует показательному распределению случайной величины.

Для получения показательного характера распределения случайной величины N_i рассчитаем K_i для N_1, N_2, N_3 и N_4 при $\lambda = 0,056$.

Четвертый этап – расчет K_i для N_1, N_2, N_3 и N_4 при $\lambda = 0,056$. Вначале определим K_1 для N_1 при $\lambda = 0,056$.

Так, если $N_4 = 80$ %, то общий отсев студентов составляет 20 %. Известно, что на I курсе отсев максимальный и достигает 2/3 от общего, что составляет $(2/3) \cdot 20 \text{ \%} = 13$ %. Тогда численность студентов по окончании I курса: $N_1 = 100 - 13 = 87$ %.



1 – прямая линия, описывающая закономерность снижения численности студентов N_i при $K_i = 1,0$ / straight line describing students' number decline pattern N_i at $K_i = 1,0$;
 2 – кривая линия, описывающая закономерность снижения численности студентов N_i при $K_i \geq 1,0$ / curve describing students' number decline pattern N_i at $K_i \geq 1,0$

Р и с. 1.3. Закономерности снижения численности студентов N_i по курсам обучения
 F i g. 1.3. Students' number N_i decline pattern in years of study

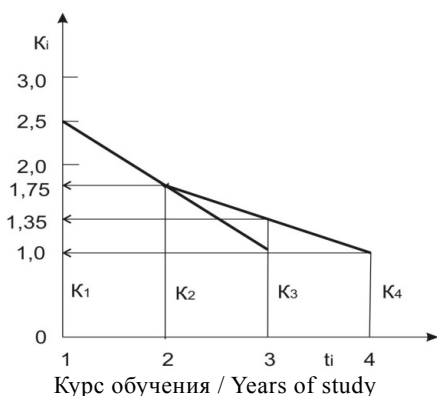
Для вычисления K_1 логарифмируем уравнение (1.1):

$$\ln N_1 = \ln N_0 - \lambda \cdot t_1 \cdot K_1 \cdot \ln e. \quad (1.3)$$

Подставляя в уравнение (1.3) $N_1 = 87\%$, $N_0 = 100\%$, $\lambda = 0,056$ и $t_1 = 1$, вычислим K_1 :

$$\ln 87 = \ln 100 - 0,056 \cdot 1 \cdot K_1 \cdot 1, \text{ то } K_1 = 2,5.$$

Выполним расчет коэффициентов K_2 и K_3 для N_2 и N_3 . Для расчета K_2 и K_3 используем прием интерполирования при условии, что $K_1 = 2,5$ и $K_4 = 1,0$ (рис. 1.4).



Р и с. 1.4. Прием интерполирования по определению K_2 и K_3 при $K_1 = 2,5$ и $K_4 = 1,0$

F i g. 1.4. Method of interpolation, determining K_2 and K_3 at $K_1 = 2,5$ and $K_4 = 1,0$

Интерполированием находим, что $K_2 = 1,75$ и $K_3 = 1,35$.

Пятый этап – расчет прогнозируемого снижения численности студентов N_i по курсам обучения при N_0 , t_i , λ , и K_i .

Последовательной подставкой в уравнение (1.1) $N_0 = 100\%$ (28 чел.); $t_i = 0, 1, 2, 3$ и 4 ; $\lambda = 0,056$; $K_0 = 1,0$; $K_1 = 2,5$; $K_2 = 1,75$; $K_3 = 1,35$; $K_4 = 1,0$ вычислим N_1, N_2, N_3 и N_4 .

Рассчитаем N_1 при $N_0 = 100\%$, $\lambda = 0,056$, $t_1 = 1$ и $K_1 = 2,5$:

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1 \cdot K_1} = 100 \cdot e^{-0,056 \cdot 1 \cdot 2,5} = 100 \cdot 0,87 = 87\% \text{ (24 чел.)}$$

Аналогично: $N_2 = 82\%$ (23 чел.), $N_3 = 80\%$ (22 чел.), $N_4 = 80\%$ (22 чел.).

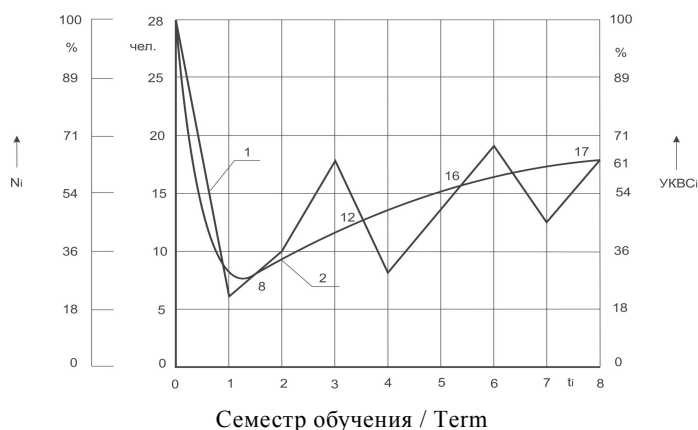
Если результаты представим на графике, то получим кривую линию 2 (рис. 1.3), которая соответствует показательному распределению случайной величины.

Решение задач 1.1 и 1.2, обусловленных тенденцией снижения численности студентов с отличными и хорошими результатами по курсам обучения. При решении задачи 1.1 были получены следующие результаты:

– количество подготовленных бакалавров и специалистов с отличными и хорошими оценками при обучении составило 52...61% относительно заданий по набору студентов на I курс обучения (см. табл. 2.1 и 2.2, а также примечание к ним).

Для установления закономерности снижения численности студентов с отличными и хорошими оценками при обучении представим данные в в таблицах 2.1 и 2.2 на графике:

– вначале результаты измерений на графике (цифры со знаком + в таблицах 2.1 и 2.2) соединим линиями и получим линии 1 (рис. 2.1 и 2.2);

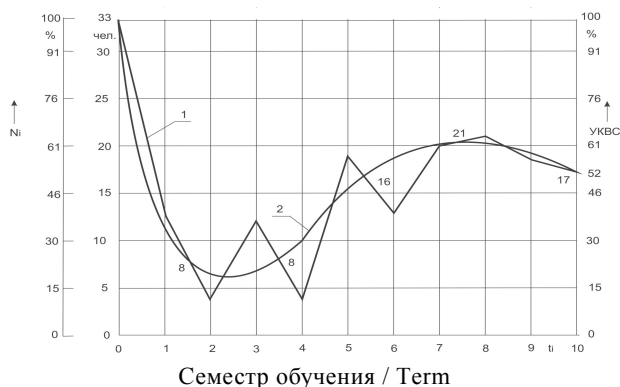


1 – ломаная линия по результатам измерений (цифры со знаком + см. табл. 2.1) / polygonal line post measurements (figures with sign + see Table 2.1);

2 – кривая линия по результатам «осреднения» измерений (цифры со знаком * см. табл. 2.1) / curve post “averaging” of measurements (figures with sign * see Table 2.1)

Р и с. 2.1. Закономерность снижения численности студентов N_{ki} бакалавриата по курсам обучения набора 2012 г.

Fig. 2.1. Undergraduate students' number decline pattern in years of study, enrolled in 2012



1 – ломаная линия по результатам измерений (цифры со знаком + см. табл. 2.2) / polygonal line resultant from measurements (figures with sign + see Table 2.2);

2 – кривая линия по результатам «осреднения» измерений (цифры со знаком * см. табл. 2.2) / curve resultant from “averaging” of measurements (figures with sign * see Table 2.2)

Р и с. 2.2. Закономерность снижения численности студентов N_{ki} специалитета по курсам обучения набора 2012 г.

Fig. 2.2. 5-year curriculum students' number decline pattern in years of study, enrolled in 2012

– далее «осреднением» прямых линий по курсам обучения получим точки 8, 12, 16, 17 (см. рис. 2.1) и 8, 8, 16, 21, 17 (см. рис. 2.2), которые соединим плавными кривыми линиями 2.

Кривые линии 2 на рисунках 2.1 и 2.2 показывают, что снижение численности студентов N_{ki} по курсам обучения в большей степени носит показательный характер.

Закономерность можно описать следующим уравнением:

$$N_{ki} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_i \cdot K_{ki}}, \quad (2.1)$$

где N_{ki} – численность студентов i -го курса обучения с отличными и хорошими оценками по курсам обучения, % (чел.); N_0 – численность студентов I курса обучения, % (чел.);

e – число Эйлера, равное 2,7183; λ – параметр показательного распределения, ед.; t_i – курс обучения, ед.; K_{ki} – коэффициент интенсивности изменения численности студентов с отличными



и хорошими оценками по курсам обучения, ед.

Задачу 1.2 по увязке в образовательную траекторию начального (N_0) и конечного ($УКВС_i$) результатов решим по ранее разработанной методике и с использованием данных, представленных в таблице 2.1.

Первый этап – исходные данные: N_0 – начальный результат, 100 % (28 чел.); $N_{к4}$ – конечный результат качества выпуска бакалавров, 70 % (20 чел.); t_i – срок обучения, IV курса обучения.

Второй этап – расчет λ при $K_{ki} = 1,0$.
Логарифмированием уравнение 2.1:

$$\ln N_{ki} = \ln N_0 - \lambda \cdot t_i \cdot K_{ki} \cdot \ln e, \quad (2.2)$$

подстановкой в уравнение (2.2) начального (100 %) и конечного (70 %) результатов вычислим λ при $K_i = 1,0$:

$$\ln 70 = \ln 100 - \lambda \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1, \text{ то } \lambda = 0,089$$

Третий этап – прогнозирование численности студентов N_{ki} по курсам обучения при известных значениях N_0 , t_i , λ , и $K_{ki} = 1,0$

Последовательной подстановкой в уравнение (2.1) $N_0 = 100$ % (28 чел.); $t_i = 1, 2, 3, 4$; $\lambda = 0,089$ и $K_{ki} = 1,0$ вычислим N_{k1} , N_{k2} , N_{k3} и N_{k4} .

Рассчитаем N_{k1} при $N_0 = 100$ %, $\lambda = 0,089$, $t_i = 1$ и $K_{ki} = 1,0$

$$N_{k1} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1 \cdot K_{k1}} = 100 \cdot e^{-0,089 \cdot 1 \cdot 1} = 100 \cdot 0,9145 = 92 \text{ \% (26 чел.)}$$

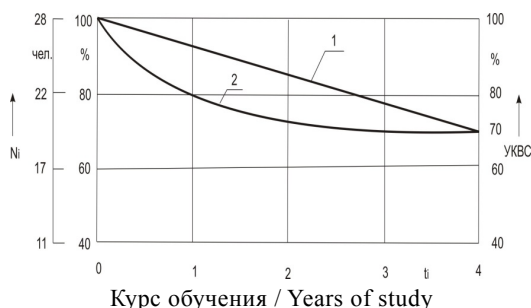
Аналогично: $N_{k2} = 84$ % (24 чел.); $N_{k3} = 77$ % (22 чел.); $N_{k4} = 70$ % (20 чел.).

Результаты (92, 84, 77 и 70 %) представим на графике и точки соединим, получим прямую линию 1 (рис. 2.3), которая не соответствует показательному распределению случайной величины.

Для получения показательного характера распределения случайной величины N_{ki} , рассчитаем K_{ki} для N_{k1} , N_{k2} , N_{k3} и N_{k4} при $\lambda = 0,089$.

Четвертый этап – расчет K_{ki} для N_{k1} , N_{k2} , N_{k3} и N_{k4} при $\lambda = 0,089$.

4.1 Расчет коэффициента K_{k1} для N_{k1} при $\lambda = 0,089$. Так, $УКВС = 70$ %, то общее количество студентов, отчисленных и предрасположенных к достижению



1 – прямая линия, описывающая закономерность снижения численности студентов N_{ki} при $K_{ki} = 1,0$ / straight line determining students' number decline pattern N_{ki} at $K_{ki} = 1,0$;
2 – кривая линия, описывающая закономерность снижения численности студентов N_{ki} при $K_{ki} \geq 1,0$ / curve determining students' number decline pattern N_{ki} at $K_{ki} \geq 1,0$

Р и с. 2.3. Закономерность снижения численности студентов N_{ki} при $K_i = 1,0$ и $K_i \geq 1,0$

F i g. 2.3. Students' number decline pattern at $K_i = 1,0$ and $K_i \geq 1,0$

удовлетворительных результатов при обучении, составит 30 %.

Известно, что на I курсе обучения их количество максимальное и достигает 2/3 от общего количества, что составляет $(2/3) \cdot 30$ % = 20 %. Тогда численность студентов по окончании I курса – $N_{k1} = 100 - 20 = 80$ %.

Полученные $N_{k1} = 80$ %, $N_0 = 100$ %, $\lambda = 0,089$ и $t_i = 1$ позволяют вычислить K_{k1} .

Для его вычисления логарифмируем уравнение (2.1):

$$\ln N_{k1} = \ln N_0 - \lambda \cdot t_1 \cdot K_{k1} \cdot \ln e, \quad (2.3)$$

подставляя в уравнение (2.3) $N_{k1} = 80$ %, $N_0 = 100$ %, $\lambda = 0,089$ и $t_1 = 1$, вычислим K_{k1} :

$$\ln 80 = \ln 100 - 0,089 \cdot 1 \cdot K_{k1} \cdot 1, \text{ то } K_{k1} = 2,51.$$

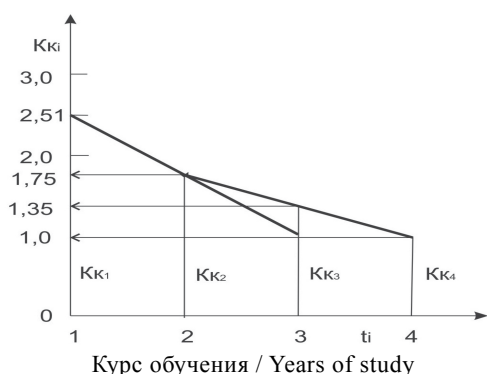
4.2 Расчет коэффициентов K_{k2} и K_{k3} для N_{k2} и N_{k3} .

Для расчета K_{k2} и K_{k3} используем прием интерполирования при условии, что $K_{k1} = 2,51$ и $K_{k4} = 1,0$ (рис. 2.4).

Интерполированием находим, что $K_{k2} = 1,75$ и $K_{k3} = 1,35$.

Пятый этап – прогнозирование численности студентов N_{ki} по курсам обучения при N_0 , t_i , λ , и K_{ki} .

Последовательной подстановкой в уравнение (2.1) $N_0 = 100$ % (28 чел.),



Р и с. 2.4. Прием интерполирования по определению K_{K2} и K_{K3} при $K_{K1} = 2,51$ и $K_{K4} = 1,0$

Fig. 1.4. Method of interpolation, determining K_{K2} and K_{K3} at $K_{K1} = 2,51$ and $K_{K4} = 1,0$

$t_i = 1, 2, 3$ и 4 , $\lambda = 0,089$, $K_{K1} = 2,51$, $K_{K2} = 1,75$, $K_{K3} = 1,35$, $K_{K4} = 1,0$ вычислим N_{K1} , N_{K2} , N_{K3} и N_{K4} .

Рассчитаем N_{K1} при $N_0 = 100\%$, $\lambda = 0,089$, $t_i = 1$ и $K_{K1} = 2,51$:

$$N_{K1} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_i \cdot K_{K1}} = 100 \cdot e^{-0,089 \cdot 1 \cdot 2,51} = 100 \cdot 0,7998 = 80\% \text{ (22 чел.)}$$

Аналогично: $N_{K2} = 73\%$ (20 чел.); $N_{K3} = 70\%$ (20 чел.); $N_{K4} = 70\%$ (20 чел.).

Результаты представим на графике и получим кривую линию 2 (см. рис. 2.3), которая соответствует показательному распределению случайной величины.

Обсуждение и заключение

Проблема сохранности контингента студентов, вызванная их отсевом и низкой успеваемостью, характерна для ОУ ВО как РФ, так и зарубежных стран. Необходимость ее разрешения обуславливает организацию и проведение научных исследований прикладного характера в ОУ ВО.

Обзор работ и результаты выполняемой авторами НИР по теме «Управление качеством профессионального образования на основе новых информационных технологий» свидетельствуют, что разрешение проблемы предопределяет поиск новых решений известной задачи по регулированию численности студентов с целью выполнения заданий по подготовке специалистов [1; 3; 16; 27].

Для достижения цели исследования, обозначенной во введении статьи, был выполнен анализ результатов подготовки специалистов, что позволило:

1) выявить тенденцию к снижению численности студентов как по количеству вследствие отсева, так и качеству подготовки вследствие предрасположенности ряда студентов к достижению удовлетворительных результатов при обучении;

2) установить закономерность снижения численности студентов по курсам обучения, которая носит показательный характер;

3) предложить методику оптимизации численности студентов по курсам обучения относительно конечного результата выпуска специалистов. Ее апробирование свидетельствует о практической значимости, так как позволяет прогнозировать такие оптимальные промежуточные результаты, достижение которых обеспечивает выполнение заданий по подготовке специалистов не ниже установленного конечного результата.

Материалы данной статьи могут быть полезны для преподавателей и руководителей структурных подразделений учреждений профессионального образования, занимающихся управлением качеством подготовки специалистов, и служить им практической основой для разработки целенаправленных мероприятий (социальных, экономических, организационных) по управлению подготовкой достаточного количества специалистов.

Обсуждение результатов выполняемого исследования среди преподавателей-практиков показывает необходимость внедрения полученных нами результатов в образовательный процесс и определило направление дальнейшего исследования – разработки методов управления выполнением заданий по подготовке специалистов. В следующей статье предметом обсуждения станут предлагаемые методы управления образовательным процессом.

СПИСОК
ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сурайкина Л. А. Конкурсное размещение регионального задания на подготовку специалистов с высшим образованием // Интеграция образования. 2003. № 3. С. 63–68. URL: <http://edumag.mrsu.ru/content/pdf/03-3.pdf> (дата обращения: 10.03.2018).
2. Резник Г. А., Курдова М. А. Функции российского университета в условиях формирования инновационно-ориентированной экономики // Интеграция образования. 2017. Т. 21, № 3. С. 441–458. DOI: 10.15507/1991-9468.088.021.201703.441-458
3. Bonaldo L., Nobre Pereira L. Dropout: Demographic profile of Brazilian University Students // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2016. Vol. 228. Pp. 138–143. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.07.020
4. Survey dataset on the impact of stakeholder’s relationship on the academic performance of engineering students / О. Оуеуипо [et al.] // Data in Brief. 2018. Vol. 17. Pp. 1355–1360. DOI: 10.1016/j.dib.2018.02.059
5. Осипова Н. Г., Колодезная Г. В., Шевцов А. Н. О закономерностях и причинах отчислений в вузе и мотивации учебной деятельности студентов // Образование и наука. 2018. Т. 20, № 6. С. 158–182. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-6-158-182
6. Yahia F. B., Essid H., Rebai S. Do dropout and environmental factors matter? A directional distance function assessment of tunisian education efficiency // International Journal of Educational Development. 2018. Vol. 60. Pp. 120–127. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2017.11.004
7. Roso-Bas F., Pades Jiménez A., García-Buades E. Emotional variables, dropout and academic performance in Spanish nursing students // Nurse Education Today. 2016. Vol. 37. Pp. 53–58. DOI: 10.1016/j.nedt.2015.11.021
8. Paura L., Arhipova I. Cause analysis of students’ dropout rate in higher education study program // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 109. Pp. 1282–1286. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.12.625
9. Попова Е. А., Шеина М. В. Учеба в сильной школе – гарантия высоких академических результатов в вузе? // Вопросы образования. 2017. № 1. С. 128–157. DOI: 10.17323/1814-9545-2017-1-128-157
10. Овчаров А. В., Лопаткин В. М. Проблема сохранности контингента студентов в условиях современной модели обучения // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2015. № 6. С. 58–67. DOI: 10.15293/2226-3365.1506.07
11. Lisievici P. The forgotten side of quality: Quality of education construct impact on quality assurance system // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. Vol. 180. Pp. 371–375. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.02.131
12. Gitto L., Minervini L.F., Monaco L. University dropouts in Italy: Are supply side characteristics part of the problem? // Economic Analysis and Policy. 2016. Vol. 49. Pp. 108–116. DOI: 10.1016/j.eap.2015.12.004
13. Reinke N. B. The impact of timetable changes on student achievement and learning experiences // Nurse Education Today. 2018. Vol. 62. Pp. 137–142. DOI: 10.1016/j.nedt.2017.12.015
14. Chies L., Graziosi G., Pauli F. Job opportunities and Academic Dropout: The case of the University of Trieste // Procedia Economics and Finance. 2014. Vol. 17. Pp. 63–70. DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00879-X
15. Шаляпин О. В., Лопуха А. Д., Федосеева И. А. Концепция управления системой образования в современном высшем учебном заведении на основе синергетического подхода // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2015. № 6. С. 111–120. DOI: 10.15293/2226-3365.1506.12
16. Груздев И. А., Горбунова Е. В., Фрумин И. Д. Студенческий отсев в российских вузах: к постановке проблемы // Вопросы образования. 2013. № 2. С. 67–81. URL: <https://vo.hse.ru/2013--2/97951726.html> (дата обращения: 10.03.2018).
17. McCowan T. Quality of higher education in Kenya: Addressing the conundrum // International Journal of Educational Development. 2018. Vol. 60. Pp. 128–137. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2017.11.002
18. Определение значимых умений самостоятельной работы для успешного обучения в вузе / Г. В. Милованова [и др.] // Интеграция образования. 2017. Т. 21, № 2. С. 218–229. DOI: 10.15507/1991-9468.087.021.201702.218-229
19. Романов Д. К., Даукиа Л. М. Психологические особенности восприятия и понимания преподавателей студентами университета // Интеграция образования. 2016. Т. 20, № 2. С. 228–237. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.228-237
20. Терентьев Е. А., Груздев И. А., Горбунова Е. В. Суд идет: дискурс преподавателей об отсевах студентов // Вопросы образования. 2015. № 2 С. 129–151. DOI: 10.17323/1814-9545-2015-2-129-151



21. *Киушкина В. Р.* Успеваемость студентов – объединение в успешной трудовой деятельности обучающегося и преподавателя // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12-6. С. 1042–1046. URL: <http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=10982> (дата обращения: 11.03.2018).
22. *Заботкина В. И., Маколов В. И.* Реализация положений европейских стандартов и рекомендаций по обеспечению качества (ESG) в рамках международных совместных образовательных программ // Интеграция образования. 2016. Т. 20, № 4. С. 446–455. DOI: 10.15507/1991-9468.085.020.201604.446-455
23. *Masino S., Niño-Zarazúa M.* What works to improve the quality of student learning in developing countries? // International Journal of Educational Development. 2016. Vol. 48. Pp. 53–65. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2015.11.012
24. *Ellis R. A., Pardo A., Han F.* Quality in blended learning environments – Significant differences in how students approach learning collaborations // Computers and Education. 2016. Vol. 102. Pp. 90–102. DOI: 10.1016/j.compedu.2016.07.006
25. Encouraging student learning of control by embedding freedom into the curriculum: student perspectives and products / J. A. Rossiter [et al.] // IFAC-PapersOnLine. 2017. Vol. 50, issue 1. Pp. 12149–12154. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2155
26. *Горбунова Е. В., Ульянов В. В., Фурманов К. К.* Построение модели выбытия студентов по данным университетов с разной периодичностью рубежного контроля // Прикладная эконометрика. 2017. Т. 45. С. 116–135. URL: http://pe.cemi.rssi.ru/pe_2017_45_116-135.pdf (дата обращения: 10.03.2018).
27. Development and initial validation of a multidimensional student performance scale / D. J. Cummings [et al.] // Learning and Individual Differences. 2017. Vol. 59. Pp. 22–33. DOI: 10.1016/j.lindif.2017.08.008
28. Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining / R. Asif [et al.] // Computers and Education. 2017. Vol. 113. Pp. 177–194. DOI: 10.1016/j.compedu.2017.05.007
29. Improving the expressiveness of black-box models for predicting student performance / C. J. Villagrà-Arnedo [et al.] // Computers in Human Behavior. 2017. Vol. 72. Pp. 621–631. DOI: 10.1016/j.chb.2016.09.001

Поступила 21.03.2018; принята к публикации 07.09.2018; опубликована онлайн 28.12.2018.

Об авторах:

Бокарев Александр Иванович, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 11), кандидат технических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4712-8629>**, **Researcher ID: F-3763-2018**, bokarev_ai@mail.ru

Денисова Елена Сергеевна, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 11), кандидат биологических наук, доцент, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0136-858X>**, **Researcher ID: F-3024-2018**, denisova_100@mail.ru

Добренко Александр Максимович, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 11), кандидат технических наук, доцент, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-7431>**, **Researcher ID: F-3783-2018**, am_dobrenko@mail.ru

Сердюк Виталий Степанович, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (644050, Россия, г. Омск, пр. Мира, д. 11), доктор технических наук, профессор, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1694-8651>**, **Researcher ID: W-5709-2018**, bgd@omgtu.ru

Заявленный вклад авторов:

Бокарев Александр Иванович – сбор и систематизация данных; постановка научной проблемы; анализ применяемой методики исследования; анализ и обобщение результатов исследования; подготовка текста статьи.

Денисова Елена Сергеевна – обзор литературы по проблеме исследования; компьютерные работы.

Добренко Александр Максимович – анализ результатов исследования.

Сердюк Виталий Степанович – научное руководство.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

REFERENCES

1. Surajkina L.A. [Tendering procedure of the regional assignment for higher education professionals training]. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2003; 3:63-68. Available at: <http://edumag.mrsu.ru/content/pdf/03-3.pdf> (accessed 10.03.2018). (In Russ.)
2. Reznik G.A., Kurdova M.A. Functions of Russian university during formation of innovation-based economy. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2017; 21(3):441-458. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15507/1991-9468.088.021.201703.441-458
3. Bonaldo L., Nobre Pereira L. Dropout: Demographic profile of Brazilian University students. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2016; 228:138-143. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.07.020
4. Oyeyipo O., Odeyinka H., Owolabi J. Afolabi A., Ojelabi R. Survey dataset on the impact of stakeholder's relationship on the academic performance of engineering students. *Data in Brief*. 2018; 17:1355-1360. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.dib.2018.02.059
5. Osipova N.G., Kolodeznaya G.V., Shevtsov A.N. About the factors and reasons of university student expulsions and student motivation for educational activities. *Obrazovaniye i nauka* = The Education and Science Journal. 2018; 20(6):158-182. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.17853/1994-5639-2018-6-158-182
6. Yahia F.B., Essid H., Rebai S. Do dropout and environmental factors matter? A directional distance function assessment of tunisian education efficiency. *International Journal of Educational Development*. 2018; 60:120-127. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.ijedudev.2017.11.004
7. Roso-Bas F., Pades Jiménez A., García-Buades E. Emotional variables, dropout and academic performance in Spanish nursing students. *Nurse Education Today*. 2016; 37:53-58. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.nedt.2015.11.021
8. Paura L., Arhipova I. Cause analysis of students' dropout rate in higher education study program. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014; 109:1282-1286. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.12.625
9. Popova E.A., Sheina M.V. Does studying in a strong school guarantee good college performance? *Voprosy obrazovaniya* = Educational Studies. 2017; 1:128-157. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.17323/1814-9545-2017-1-128-157
10. Ovcharov A.V., Lopatkin V.M. The problem of maintaining student population in contemporary higher education. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. 2015; 6:58-67. (In Eng.) DOI: 10.15293/2226-3365.1506.07
11. Lisievici P. The forgotten side of quality: Quality of education construct impact on quality assurance system. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015; 180:371-375. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.02.131
12. Gitto L., Minervini L.F., Monaco L. University dropouts in Italy: Are supply side characteristics part of the problem? *Economic Analysis and Policy*. 2016; 49:108-116. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.eap.2015.12.004
13. Reinke N.B. The impact of timetable changes on student achievement and learning experiences. *Nurse Education Today*. 2018; 62:137-142. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.nedt.2017.12.015
14. Chies L., Graziosi G., Pauli F. Job opportunities and academic dropout: The case of the University of Trieste. *Procedia Economics and Finance*. 2014; 17:63-70. (In Eng.) DOI: 10.1016/S2212-5671(14)00879-X
15. Shalyapin O.V., Lopukha A.D., Fedoseeva I.A. The synergetic approach to the concept of educational management in contemporary higher education institutions. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. 2015; 6:111-120. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15293/2226-3365.1506.12
16. Gruzdev I.A., Gorbunova E.V., Frumin I.D. [Academic dismissals in Russian higher education institutions: problem statement]. *Voprosy obrazovaniya* = Educational Studies. 2013; 2:67-81. Available at: <https://vo.hse.ru/2013--/2/97951726.html> (accessed 10.03.2018). (In Russ.)
17. McCowan T. Quality of higher education in Kenya: Addressing the conundrum. *International Journal of Educational Development*. 2018; 60:128-137. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.ijedudev.2017.11.002
18. Milovanova G.V., Kharitonova I.V., Fomina S.N., Dayker A.F. Assessing self-study work's significant skills for successful learning in the higher school. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2017; 21(2):218-229. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15507/1991-9468.087.021.201702.218-229
19. Romanov D.K., Dauksha L.M. Psychological aspects of perception and understanding of teachers by university students. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2016; 20(2):228-237. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.228-237
20. Terentyev E.A., Gruzdev I.A., Gorbunova E.V. The court is now in session: Professor discourse on student attrition. *Voprosy obrazovaniya* = Educational Studies. 2015; 2:129-151. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.17323/1814-9545-2015-2-129-151



21. Kiushkina V.R. [Students' academic performance is cooperation of a student and a teacher]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* = International Journal of Applied and Fundamental Researches. 2016; 12-6:1042-1046. Available at: <http://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=10982> (accessed 11.03.2018). (In Russ.)
22. Zabotkina V.I., Makolov V.I. Implementation of ESG for international joint education programmes. *Integratsiya obrazovaniya* = Integration of Education. 2016; 20(4):446-455. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15507/1991-9468.085.020.201604.446-455
23. Masino S., Niño-Zarazúa M. What works to improve the quality of student learning in developing countries? *International Journal of Educational Development*. 2016; 48:53-65. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.ijedudev.2015.11.012
24. Ellis R.A., Pardo A., Han F. Quality in blended learning environments – Significant differences in how students approach learning collaborations. *Computers and Education*. 2016; 102:90-102. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.compedu.2016.07.006
25. Rossiter J.A., Barnett L., Cartwright E., Patterson J., Taylor J. Encouraging student learning of control by embedding freedom into the curriculum: student perspectives and products. *IFAC-PapersOnLine*. 2017; 50(1):12149-12154. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2155
26. Gorbunova E.V., Ulyanov V.V., Furmanov K. Using data from universities with different structure of academic year to model student attrition. *Prikladnaya yekonometrika* = Applied Econometrics. 2017; 45:116-135. Available at: http://pe.cemi.rssi.ru/pe_2017_45_116-135.pdf (accessed 10.03.2018). (In Russ., abstract in Eng.)
27. Cummings D.J., Poropat A.E., Loxton N.J., Sheeran N. Development and initial validation of a multidimensional student performance scale. *Learning and Individual Differences*. 2017; 59:22-33. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.lindif.2017.08.008
28. Asif R., Merceron A., Ali S. A., Haider N. G. Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining. *Computers and Education*. 2017; 113:177-194. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.compedu.2017.05.007
29. Villagrà-Arnedo C.J., Gallego-Durán F.J., Llorens-Largo F., Compañ-Rosique P., Molina-Carmona R. Improving the expressiveness of black-box models for predicting student performance. *Computers in Human Behavior*. 2017; 72:621-631. (In Eng.) DOI: 10.1016/j.chb.2016.09.001

Submitted 21.03.2018; revised 07.09.2018; published online 28.12.2018.

About the authors:

Aleksandr I. Bokarev, Associate Professor, Chair of Life Safety, Omsk State Technical University (11 Prospekt Mira, Omsk 644050, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4712-8629>**, **Researcher ID: F-3763-2018**, bokarev_ai@mail.ru

Elena S. Denisova, Associate Professor, Chair of Life Safety, Omsk State Technical University (11 Prospekt Mira, Omsk 644050, Russia), Ph.D. (Biology), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0136-858X>**, **Researcher ID: F-3024-2018**, denisova_100@mail.ru

Aleksandr M. Dobrenko, Associate Professor, Chair of Life Safety, Omsk State Technical University (11 Prospekt Mira, Omsk 644050, Russia), Ph.D. (Engineering), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-7431>**, **Researcher ID: F-3783-2018**, am_dobrenko@mail.ru

Vitaliy S. Serdyuk, Head of Chair of Life Safety, Omsk State Technical University (11 Prospekt Mira, Omsk 644050, Russia), Dr.Sci. (Engineering), Professor, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1694-8651>**, **Researcher ID: W-5709-2018**, bgd@omgtu.ru

Contribution of the authors:

Aleksandr I. Bokarev – data collection and systematization; formulation of research problem; analysis of research methodology; analysis and synthesis of research results; revision of the draft.

Elena S. Denisova – review of the relevant literature; word processing.

Aleksandr M. Dobrenko – analysis of research results.

Vitaliy S. Serdyuk – scientific supervision.

All authors have read and approved the final manuscript.