Мигранова Л.И. ¹, Атнабаева А.Р. ¹

¹ Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

Исследование миграционного поведения абитуриентов при выборе высшего образовательного учреждения на основе методов автоматического анализа данных опроса абитуриентов

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Мигранова Л.И., Атнабаева А.Р. Исследование миграционного поведения абитуриентов при выборе высшего образовательного учреждения на основе методов автоматического анализа данных опроса абитуриентов // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 11. – С. 4343–4360. doi: 10.18334/ce.15.11.113825

аннотация:

В статье представлены результаты опроса учащихся 10–11 классов общеобразовательных школ, проведенного по всем муниципальным районам Республики Башкортостан. Результаты опроса позволили сформировать портрет потенциального мигранта и определить логику его поведения, влияющую на абитуриента при принятии решения о выборе специальности и вуза. С целью выявления уровня миграционной активности и ее направления был проведен кластерный анализ на основе иерархического метода. Полученные данные были проанализированы с применением байесовского метода машинного обучения. Проведенное исследование позволяет добавить в разработанную авторами имитационную модель управления поведением абитуриентов блок образовательной миграции. Модель позволит имитировать регулирующие воздействия на поведение абитуриентов с целью снижения уровня оттока молодежи из региона и выявлять наиболее эффективные.

ФИНАНСИРОВАНИЕ:

Данное исследование выполнено в рамках государственного задания УФИЦ РАН № 075-00504-21-00 на 2021 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рынок труда, рынок образовательных услуг, опрос абитуриентов, поведение агентов

ОБ АВТОРАХ

Мигранова Лилия Ишмухаматовна, старший научный сотрудник, кандидат экономических наук (lilya2710@yandex.ru)
Атнабаева Алсу Расилевна, научный сотрудник (alsouy@mail.ru)



Migranova L.I. ¹, Atnabaeva A.R. ¹

¹ Institute of Social and Economic Research, Ufa Scientific Center, RAS, Russia

The study of the applicants' migration behaviour when choosing a higher educational institution based on methods of automatic analysis of the applicants' survey

CITE AS:

Migranova L.I., Atnabaeva A.R. (2021) Issledovanie migratsionnogo povedeniya abiturientov pri vybore vysshego obrazovatelnogo uchrezhdeniya na osnove metodov avtomaticheskogo analiza dannyh oprosa abiturientov [The study of the applicants' migration behaviour when choosing a higher educational institution based on methods of automatic analysis of the applicants' survey]. *Kreativnaya ekonomika*. 15. (11). – 4343–4360. doi: 10.18334/ce.15.11.113825

ABSTRACT:

The results of a survey of pupils in grades 10–11 of secondary schools conducted in all municipal districts of the Republic of Bashkortostan are presented. The survey results made it possible to form a portrait of a potential migrant and determine the logic of his behaviour that affects the applicant when making a decision about choosing a programme of study and university. In order to identify the level of migration activity and its direction, a cluster analysis based on the hierarchical method was carried out. The data obtained were analyzed using the Bayesian machine learning method. The conducted research makes it possible to add a block of educational migration to the simulation model of managing the applicants' behaviour developed by the authors. The model will allow simulating regulatory influences on the applicants' behaviour in order to reduce the outflow of young people from the region and identify the most effective ones.

ACKNOWLEDGMENTS: This study was carried out within the framework of the state task of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences No. 075–00504–21–00 for 2021.

KEYWORDS: labour market, educational market, applicants survey, agents behaviour

JEL Classification: I23, I26, J21, J24

Received: 16.11.2021 / Published: 30.11.2021

© Author(s) / Publication: CREATIVE ECONOMY Publishers For correspondence: Migranova L.I. (lilya2710@yandex.ru)

Введение

В Республике Башкортостан, как и в России в целом, наблюдается снижение численности населения. В 2021 году численность составила 4 013 786 чел., что на 1,5% ниже, чем показатель 2016 года [1]. С 2016 года стабильно наблюдается убыль населения региона. Ситуация осложняется миграционным оттоком молодежи из республики. В 2020 году убыль населения составила 23 620 человек [2]. Больше всего из региона уезжает молодежь 14–24 лет – возраст поступления в вуз, поиска и устройства на работу после завершения обучения [3] (Verdesh, 2018). Для разработки эффективных регулирующих воздействий с целью снижения миграционного оттока авторами был проведен опрос школьников региона.

Цель исследования – выявление поведенческих закономерностей абитуриентов при выборе направления обучения и высшего учебного заведения.

Перед авторами ставились следующие исследовательские задачи: составить комплексный социальный портрет абитуриента 2021 г., выявить предпочтения абитуриентов при выборе вуза и специальности, определить ключевые причины образовательной миграции молодежи Республики Башкортостан.

Результаты опроса школьников Республики Башкортостан

В рамках разработки цифровой модели управления поведением агентов был проведен опрос учащихся 10–11 классов общеобразовательных школ и лицеев по всем муниципальным образованиям Республики Башкортостан. В опросе приняли участие 6 127 человек, что составило около 20% из всей численности школьников 10–11 классов (30 тыс. чел) [4]. Из всех опрошенных 51,7% составили женщины, 48,3% – мужчины, в 50% достигли возраста 17 лет, 31,5% – в возрасте 16 лет и 18,3% – в возрасте 18 лет. Учеников, обучающихся в 10 классе, среди опрошенных было 51,4%, учеников 11 классов – 48,6%. Среди опрошенных 53% обучаются в школах, находящихся в сельской местности, 47% – в городской местности. Все основные признаки генеральной совокупности, из которой извлечена данная выборка, представлены приблизительно в той же пропорции, с которой данный признак выступает в этой генеральной совокупности, поэтому полученную выборку можно считать репрезентативной.

Опрос состоял из нескольких блоков: первый блок касался половозрастных качеств опрашиваемых, второй блок касался территориальной привязки, третий – непосредственно обучения в школе и сдачи экзаменов, четвертый –

поступления в вуз своего региона, пятый – поступления в вуз другого региона, шестой – общие вопросы.

Опрос проводился в период с 1 мая по 1 июня 2021 года. 34,3% опрошенных учатся в непрофильном классе, 24% – в физико-математическом, 19,2% – в социально-гуманитарном, 14,3% – химико-биологическом, у 55,2% опрошенных уровень знания английского языка выше среднего.

И на вопрос, какие предметы ЕГЭ вы планируете сдавать, ученики ответили следующим образом: математика профильного уровня – 56,3% опрошенных, обществознание – 39,5%, биология – 22,7%, физика – 21%, информатика – 19,2%, химия – 19,2%. На *рисунке 1* представлена диаграмма выбора предметов ЕГЭ абитуриентами за 2019-2021 гг. На данный момент уже известны данные за 2021 год, и полученные с помощью опроса ответы еще раз доказывают репрезентативность выборки [5].

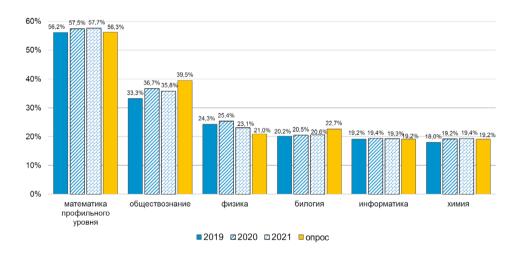


Рисунок 1. Выбор предметов ЕГЭ школьниками Республики Башкортостан за 2019–2021 гг.

Источник: составлено авторами [5].

Как видим из полученных данных, на втором месте среди предметов ЕГЭ – обществознание, соответственно, абитуриенты заведомо выбирают для поступления гуманитарные и экономические специальности, невостребованные на рынке труда, проецируя тем самым иррациональное поведение. Данный факт подтверждает официальная статистка (рис. 2) [4].

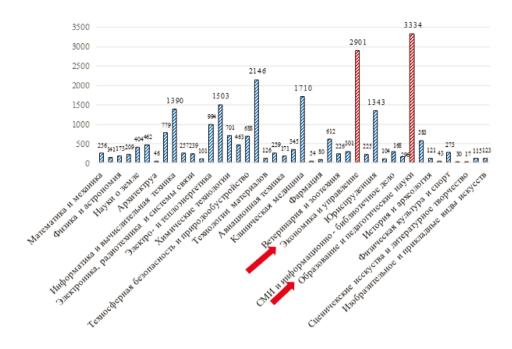


Рисунок 2. Прием на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры в государственные образовательные организации высшего образования по направлениям подготовки на 2020 год

Источник: составлено авторами [4].

Согласно официальной стистике, в 2020 году 3334 человека поступили на направление подготовки «Образование и педагогические науки», 2901 чел. – на направление «Экономика и управление», на третьем месте – «Прикладная геология, горное дело, нефиегазовое дело и геодезия». На первые два направления подготовки приходится более 45% всех поступающих в государственные вузы Республики Башкортостан. Таким образом, уровень профессионально-квалификационного дисбаланса продолжает расти.

Среди школьных достижений у 11,7% опрошенных ожидается золотая медаль, у 6,4% – серебряная медаль. 44,4% опрошенных планируют поступать в вузы других регионов, 39,4% – в вузы Республики Башкортостан, 10% – планируют поступить в техникумы и колледжи, 3,3% – планируют работать. Среди тех, кто планирует поступать в вузы региона, 26,8% планируют поступать в ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 22,1% – в ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 17,3% – в ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический

университет», 15,5% – в ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», 8,1% – в ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет» и др.

Абитуриенты выбирают вуз по следующим параметрам: высокое качество обучения отметили 92% опрошенных, количество бюджетных мест – также немаловажный фактор, считают 85% опрошенных, такой аспект, как стоимость обучения, выбрали 77% респондентов. Также были такие варианты, как репутация вуза – 62%, наличие мест в общежитии – 42%, мнение родителей – 42%, близость к дому – 31%, история вуза – 27%. Ответы школьников из республики идентичны общероссийским показателям, рассмотренным в работах других ученых [6, 7] (Koshkarov, Agarkov, 2015; Baldanov, Dondokova, 2015). Из полученных данных стоит сделать вывод, что месторасположение вуза для нынешней молодежи не столь важно, как репутация, наличие бюджетных мест и стоимость обучения.

Следующий блок вопросов касался респондентов, которые выбрали вариант поступать в вуз другого региона (44,4%). Среди причин такого выбора абитуриенты отметили следующее (рис. 3).



Рисунок 3. Причины, по которым абитуриенты Республики Башкортостан предпочитают поступать в вузы других регионов

Источник: составлено авторами по результатам опроса.

Данные цифры говорят о том, что уровень привлекательности региона для молодежи очень низкий.

Кластерный анализ

Опрос показал, что немаловажным фактором, влияющим на поведение абитуриентов при принятии решения о переезде, является его место жительства и социально-экономические характеристики территории. Для выявления закономерностей между муниципальным образованием (МО) и его уровнем миграции был проведен кластерный анализ на основе иерархического метода, оценка расстояний между кластерами осуществлялась с использованием методов дисперсионного анализа (метод Уорда). В качестве входных данных использовались такие показатели, как:

- число выбывших, человек, 15–19, значение показателя за год (межрегиональная), для учета миграционной активности населения в МО;
- среднемесячная заработная плата работников организаций муниципальной формы собственности (с 2017 года), рублей. Как видно на *рисунке 3*, для 32,4% респондентов важен карьерный рост, в связи с чем для этого был выбран наиболее близкий показатель из статистики;
- удаленность муниципальных центров от Уфы позволяет учитывать мобильность и удаленность МО от крупных вузов Республики Башкортостан.

С целью наглядного представления результатов анализа на рисунке 4 представлены МО РБ, дифференциально окрашенные в зависимости от принадлежности к кластеру. В первый кластер (зеленый) вошли юго-западные МО (Абзелиловский, Баймакский, Зианчуринский, Зилаирский и Учалинский, город Сибай), удаленность административных центров от Уфы которых больше 328 км. По данным опроса, из этих районов планируют уехать 33,5% (54) респондентов. Второй кластер (светло-зеленый) объединил в себе 20 муниципальных образований, отличительной особенностью которых является низкий уровень заработной платы (до 27 тыс. руб.). В самый крупный, третий кластер (желтый) вошло 25 районов и 5 городских округов, для которых характерен средний уровень заработной платы (от 28 до 32 тыс. руб.) и удаленность от 74 до 285 км. Городской округ города Уфа представляет пятый кластер, что объясняется статусом города и его социально-экономической инфраструктурой. Территории, находящиеся в непосредственной близости к городу Уфа (Иглинский, Уфимский, Кармаскалинский, Чишминский муниципальный район), формируют четвертый кластер (красный), который характеризуется высоким уровнем заработной платы, свыше 32 тыс. руб.

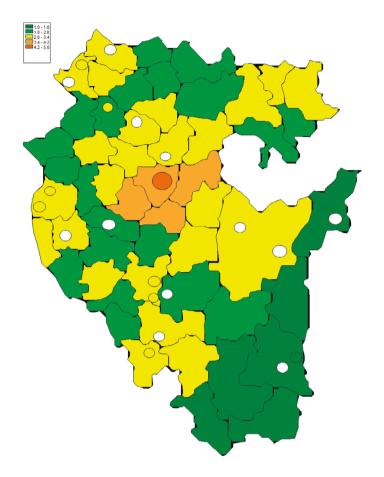


Рисунок 4. Результаты кластерного анализа МО Республики Башкортостан *Источник:* составлено авторами.

При сопоставлении результатов опроса и кластерного анализа было выявлено, что строгая группировка не дает возможности получить точный прогноз по поведению абитуриентов. Однако по результатам опроса были выявлены две закономерности. Во-первых, наиболее подвижное население республики проживает в северных районах, на них приходится 52,9% (среди муниципальных районов) и 9% (среди городских округов). Данная ситуация объясняется близостью крупных научных центров в Казани, Ижевске и Екатеринбурге. Во-вторых, миграционные потоки в вузы Москвы и Санкт-Петербурга не поддаются территориальной привязке, это говорит о том, что значимость удаленности учебного заведения снижается при увеличении рейтинга вуза. Так, на

рисунке 5 выделены муниципальные районы и города по количеству респондентов, желающих поступать в вузы Москвы, Казани, Ижевска и Самары.

Среди вузов других регионов наиболее привлекательным среди опрошенных является Казанский федеральный университет. Туда желают поступить 21,7% опрошенных (рис. 6). На втором месте Санкт-Петербургский государственный университет, третьем – Московский государственный университет. Таким образом, абитуриенты отдают предпочтение вузам Казани, Санкт-Петербурга и Москвы.

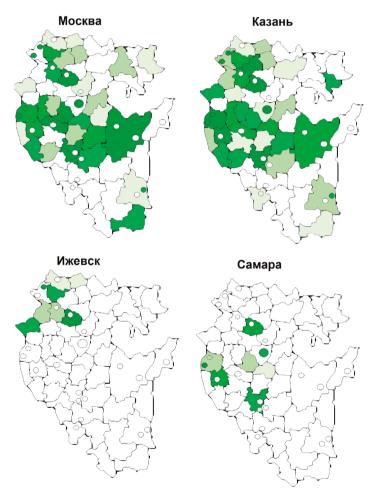


Рисунок 5. Предпочтения школьников по выбору вузов соответствующего региона по муниципальным районам Республики Башкортостан (в процентном соотношении от уезжающих в МО)

Источник: составлено авторами.

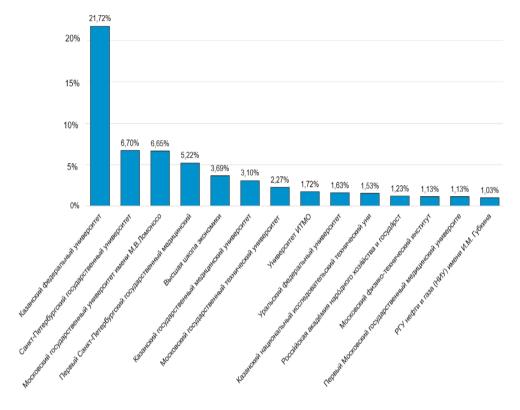


Рисунок 6. Рейтинг вузов других регионов для поступления на обучение среди опрошенных абитуриентов Республики Башкортостан

Источник: составлено авторами по результатам опроса.

Из каких муниципальных образований больше всего желающих уехать учиться в другой регион? В г. Нефтекамске 59% опрошенных хотят уехать поступать в другой регион, из г. Октябрьского хотят уехать 57% респондентов, из г. Стерлитамака – 55% (рис. 7). Это объясняется отсутствием вакантных рабочих мест и низкими заработными платами.

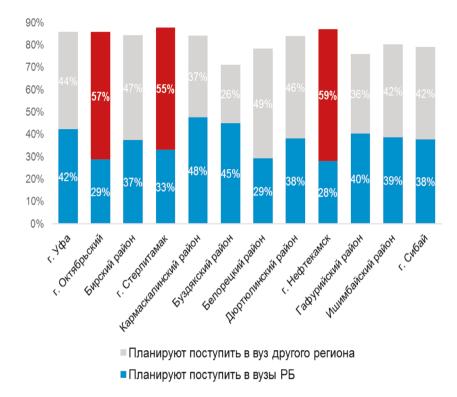


Рисунок 7. Распределение муниципальных образований, из которых больше всего желающих уехать поступать в вуз другого региона, согласно опросу *Источник*: составлено авторами по результатам опроса.

Портрет образовательного мигранта 2021

Наряду с социально-экономическими показателями территории немаловажную роль при принятии решения о переезде играют индивидуальные характеристики абитуриента. Так, проанализировав данные социологического опроса, был сформирован портрет мигранта (рис. 8).

W------ F30/

Мужчина 48%	Женщина 52%			
Профильный класс:		Профильный класс:		
физико-математическом	48%	социально-экономический	58%	
ЕГЭ		ЕГЭ		
иностранные языки	68%	иностранные языки	70%	
биология	49%	история	55%	
Уровень успеваемости		Уровень успеваемости		
Средний балл 5	44%	Средний балл 5	54%	
Материальное положение		Материальное положение		
Высокий доход (могут позволить себе купить машину, дачу)	97%	Высокий доход (могут позволить себе купить машину, дачу)	98%	
Доход выше среднего (Могут купить товары длительного пользования)	46%	Доход выше среднего (Могут купить товары длительного пользования)	56%	
Направления подготовки		Направления подготовки		
Здравоохранение и	54%	Гуманитарные науки	64%	
медицинские науки	0.70	Искусство и культура	69%	
Искусство и культура	51%	искусство и культура	03/0	

Рисунок 8. Портрет образовательного мигранта 2021

NA------ 400/

Источник: составлено авторами по результатам опроса.

Итоги опроса показали, что следующие респонденты мужского пола планируют уехать поступать в вузы других регионов: 48% из всех учеников физико-математических профильных классов, 68% из тех школьников, которые планируют сдавать ЕГЭ по иностранному языку, 49% из тех, кто планирует сдавать ЕГЭ по биологии, 44% школьников, имеющих средний балл 4,5, 97% из респондентов, чьи семьи имеют высокий доход, и т.д. Портрет образовательного мигранта женского пола можно увидеть на рисунке 6. Таким образом, получаем, что планируют покинуть республику с целью поступления в вуз другого региона школьники из обеспеченных семей, отличники, в особенности планирующие сдавать иностранные языки, и желающие обучаться на таких направлениях подготовки, как здравохранение, исскуство и культура и гуманитарные науки.

Проведенный опрос абитуриентов 2021 года является частью исследования, направленного на создание цифровой модели управления поведением агентов образовательных услуг. На сегоднешний день в модели определены три типа агентов с индивидуальным набором харакетеристик: человек (возраст, пол, место жительства, баллы ЕГЭ, доход семьи, специальность, статус, удаленность, выбор ЕГЭ), специальность (наименование, престиж, количе-

ство бюджетных мест, стоимость обучения, количество мест в общажитиях) и регион (количество бюджетных мест, стоимость обучения, рейтинг вузов, количество мест в общежитиях, вузы). В модели реализованы механизмы выбора и сдачи ЕГЭ, выбора специальности и поступления в вуз [9] (Gainanov, Migranova, Minyazev, 2020).

Представленное исследование позволяет добавить в модель блок образовательной миграции. Для выявления связей и правил поведения абитуриентов при принятии решения о переезде был использован один из методов автоматического анализа данных – деревья решений. Для этого был использован програмный продукт Deductor Studio Academic.

В качестве входной информации при построении использовались данные опроса по ключевым характеристикам школьников: пол, предмет, материальное положение и медали (puc.~9).

р Условие	🦠 Следствие	👬 Поддержка		🛕 Достоверность	
·· [====] ЕСЛИ			5820 [2589
Financial = Above average			1827		96
Gender = M	Bashkiria		634		32
Gender = W	Move		1193		<u> </u>
Financial = Average			1775		902
···· item = Biology	Bashkiria	I	134		74
··· item = Chemistry	Move	I	120		64
item = Foreign language	Move	I	132		82
🕦 🚃 item = Geography			54 [3
item = History of Computer	Move		99 [62
item = No			289		14-
item = Physical Culture	Move		14		
🗓 🔃 item = Russian language		I	204		109
item = Science		<u>I</u>	138		67
item = Social Studies	Bashkiria	I	180		9
··· item = mathematics	Move		315		17:
item = physics	Bashkiria	l	96 [46
Financial = Below average	Bashkiria	I	147		73
■ Financial = I find it difficult to answer			1776		58
Financial = Low			47 [23
···■■■ Medal = gold	Move		8		
··· Medal = not	Bashkiria		39 [2
Medal = silver medal	Bashkiria		0 [
Financial = Tall	Move	I	248		243

Рисунок 9. Фрагмент дерева решений для прогнозирования поведения абитуриента при выборе вуза

Источник: составлено авторами.

В ходе построения было получено 47 правил и 63 вершины, наиболее значимым параметром, влияющим на принятие решения о переезде,

является материальное положение абитуриента. Так, например: если материальное положение выше среднего (покупка товаров длительного пользования (телевизор, холодильник) у нас не вызывает трудностей, но покупка автомашины, дачи нам сейчас недоступна) и гендерная пренадлежность – женщина, то агент получает статус потенциального мигранта; если материальное положение среднее (денег хватает для приобретения необходимых продуктов питания и одежды, более крупные покупки приходится откладывать на потом) и сданы ЕГЭ по биологии, то агент поступает в вузы Башкирии; если уровень материального поожения низкий (денег сейчас не хватает даже на приобретение продуктов питания), но уровень образования высокий (золотая медаль), то агент становится потенциальным мигрантом.

Заключение

Полученные при опросе данные позволят более подробно описать агентов имитационной модели управления поведением абитуриентов [9] (Gainanov, Migranova, Minyazev, 2020). Концепция данной модели представлена на рисунке 10.

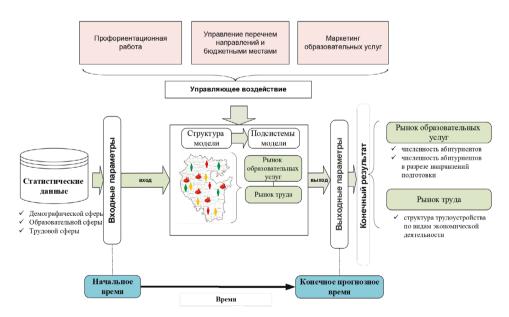


Рисунок 10. Имитационная модель управления поведением абитуриента *Источник*: составлено авторами.

В научной среде встречаются работы ученых и разработанные ими модели, описывающие поведение абитуриентов при выборе вуза и специальности, среди них можно выделить мультиагентную модель региона Е.Д. Сушко [9] (Sushko, 2012), работы Д.А. Казначеева и Н.В. Казначеева [10] (Kaznacheev, Kaznacheeva, 2020), модель для прогнозирования поведения потенциальных абитуриентов О.Ю. Шиловой и А.В. Мельникова [11] (Shilova, Melnikov, 2017). Разработанная авторами модель, в отличие от существующих, позволяет прогнозировать поведение абитуриентов при выборе вуза и специальности на краткосрочный и среднесрочный период, а также дает возможность имитации регулирующих воздействий на их стратегию поведения с целью направления абитуриентов на те специальности, которые востребованы рынком труда. После проведения опроса также были выявлены такие проблемы, как: Республика Башкортостан становится донором человеческого потенциала для образовательных центров России, происходит депопуляция периферии республики, развивается острая нехватка кадров для развития наукоемких технологий, внедрения инновационных разработок. Органам власти необходимо предпринимать необходимые эффективные действия с целью снижения оттока молодежи из республики и привлечения абитуриентов на обучение на востребованные специальности путем повышения рейтинга региональных вузов, повышения качества обучения, открытия новых специальностей, увеличения мест в общежитиях и т.д. Разработанная авторами модель позволит имитировать данные, регулирующие воздействия на поведение абитуриентов, и выявлять наиболее эффективные.

источники:

- 1. Общая численность населения Республики Башкортостан за 1991–2020 год. [Электронный ресурс]. URL: https://численность-населения.pd/pecпублика-башкортостан (дата обращения: 10.11.2021).
- 2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. [Электронный ресурс]. URL: https://bashstat.gks.ru/storage/mediabank/plgMmwtj/Operativnye_itogi_migracionnogo_dvizheniya_naseleniya_RB_12_2020.pdf (дата обращения: 10.11.2021).
- 3. Вердеш Т.А. <u>Процесс «утечки умов» как одно из последствий образовательной миграции российской молодежи</u> // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3–6. с. 835–838.
- 4. Образование и культура в Республике Башкортостан. / Статистический сборник. Башкортостанстат. Уфа, 2021. 4130 с.

- 5. Министерство образования и науки Республики Башкортостан. [Электронный ресурс]. URL: https://education.bashkortostan.ru/ (дата обращения: 18.11.2021).
- Кокшаров В.А., Агарков Г.А. <u>Анализ экономических мотиваций при выборе</u> <u>индивидами образовательных траекторий</u> // Экономика региона. – 2015. – № 1 (41). – с. 245–252.
- 7. Балданов В.Д., Дондокова Е.Б. <u>Модели рациональности поведения индивидов и выбор направлений обучения в вузе</u> // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № 2S. с. 3–8.
- 8. Гайнанов Д.А., Мигранова Л.И., Минязев А.И. <u>Имитационная модель управления поведением абитуриента в образовательной системе региона</u> // Креативная экономика. 2020. № 10. с. 2551–2568.
- 9. Сушко Е.Д. Мультагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация. / Препринт WP/ 2012 /292. М.: ЦЭМИ РАН, 2012. 54 с.
- 10. Казначеев Д. А., Казначеева Н. В. Использование логистической регрессии в прогнозировании поведения абитуриентов // Обработка информации и математическое моделирование: Материалы Российской научно-технической конференции, Новосибирск, 23–24 апреля 2020 года. Новосибирск, 2020. с. 78–82.
- 11. Шилова О. Ю., Мельников А. В. Применение стандартной SIR-модели эпидемии и ее модификаций для имитационного моделирования поведения потенциальных абитуриентов с целью оптимизации плана рекламы и прогнозирования результатов рекламной кампании // Информационные технологии: труды Шестой Международной научной конференции Научное электронное издание. Банное, 2017. с. 331–336.

REFERENCES:

- *Obrazovanie i kultura v Respublike Bashkortostan* [Education and culture in the Republic of Bashkortostan] (2021). (in Russian).
- Baldanov V.D., Dondokova E.B. (2015). *Modeli ratsionalnosti povedeniya individov i vybor napravleniy obucheniya v vuze* [Models of rationality in the individuals' behavior and choice of majors of study in universities]. *Vestnik of Buryat State University*. (2S). 3–8. (in Russian).
- Gaynanov D.A., Migranova L.I., Minyazev A.I. (2020). *Imitatsionnaya model upra- vleniya povedeniem abiturienta v obrazovatelnoy sisteme regiona* [Simulation model for managing student behaviour in the regional educational system]. *Creative economy.* (10). 2551–2568. (in Russian).

- Kaznacheev D. A., Kaznacheeva N. V. (2020). *Ispolzovanie logisticheskoy regresii v prognozirovanii povedeniya abiturientov* [The use of logistic regression in predicting the behavior of applicants] *Information processing and mathematical modeling*. 78–82. (in Russian).
- Koksharov V.A., Agarkov G.A. (2015). *Analiz ekonomicheskikh motivatsiy pri vy-bore individami obrazovatelnyh traektoriy* [Analysis of economic motivations when individuals choose educational trajectories]. *Economy of the region*. (1 (41)). 245–252. (in Russian).
- Shilova O. Yu., Melnikov A. V. (2017). Primenenie standartnoy SIR-modeli epidemii i ee modifikatsiy dlya imitatsionnogo modelirovaniya povedeniya potentsialnyh abiturientov s tselyu optimizatsii plana reklamy i prognozirovaniya rezultatov reklamnoy kampanii [Application of standard sirepidemic model and its modifications to simulate potential enrollees behavior for optimization advertising plan and forecasting receiving company results] *Information technology*. 331–336. (in Russian).
- Sushko E.D. (2012). *Multagentnaya model regiona: kontseptsiya, konstruktsiya i realizatsiya* [Multi-agent model of the region: concept, design and implementation] (in Russian).
- Verdesh T.A. (2018). Protsess «utechki umov» kak odno iz posledstviy obrazovatelnoy migratsii rossiyskoy molodezhi [The process of the leakage death as one of the consequences of educational migration of the Russian youth]. International Student Scientific Bulletin. (3–6). 835–838. (in Russian).